

University of Groningen

Spraakaudiometrie

Reijntjes, Johannes Anton

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

1951

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Reijntjes, J. A. (1951). *Spraakaudiometrie*. [, Rijksuniversiteit Groningen]. [S.n.].

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

SPRAAK- AUDIOMETRIE

J. A. REIJNTJES

SPRAAKAUDIOMETRIE

STELLINGEN.

I.

Bij patienten met een binnenoordoorfheid, die men een gehoorprothese voorschrijft, is alleen dán een nuttig effect te verwachten, wanneer men hen een cursus in gehoor-training en spraakaflezen laat geven door een bevoegd spraakpaedagoog.

II.

Het beengleidingsverlies bij de beginnende otosclerose, dat in de regel wordt aangetroffen op het niveau van 2000 Hz., is geen binnenoor-factor en mag daarom niet van invloed zijn op het stellen van de indicatie voor een fenestratie-operatie.

III.

In de dermatologie is de plaatselijke toediening van sulfonamiden over het algemeen niet aan te bevelen.

IV.

Bij het verwijderen van grote milten verdient het de voorkeur dit langs de thoraco-abdominale weg te doen, vooral als er adhaesies te verwachten zijn.

V.

Een acute exsudative luetische pneumonie bestaat niet.

VI.

Deenigeindicatie tot het direct laten maken van schedel-foto's na een ernstig schedeltrauma, is het vermoeden van een impressie-fractuur.

VII.

Elk kind behoort vóór het eerste jaar ingeënt te worden tegen pokken, diphtherie en kinkhoest.

VIII.

Bij een traumatische oesophagusperforatie bestaat er een contra-indicatie voor het direct laten slikken van bariumsulfaat pap.

IX.

De indicatie voor de chirurgische therapie van de mitraalstenose dient zo vroeg mogelijk gesteld te worden, vooral in verband met de te verwachten irreversibele vernauwingen van de pulmonale arteriolae.

X.

Een belangrijk percentage van de kinderen, dat als hoorstom, woorddoof of psychisch doof wordt gediagnosticeerd, kan worden teruggebracht tot typische gevallen van organische slechthorendheid.

XI.

Het gangbare stelsel van praktijkovername is vaak in flagrante strijd met het vrije beroep van de medicus.

XII.

Bij onderzoek naar onvruchtbaarheid bij de vrouw, zoeke men onder meer naar haemorrhagische diathese, waardoor stolsels in de tubae kunnen ontstaan.

SPRAAK- AUDIOMETRIE

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DE GRAAD VAN
DOCTOR IN DE GENEESKUNDE AAN DE
RIJKS-UNIVERSITEIT TE GRONINGEN, OP
GEZAG VAN DE RECTOR-MAGNIFICUS DR
M. J. SIRKS, HOOGLERAAR IN DE FACUL-
TEIT DER WIS- EN NATUURKUNDE, TEGEN
DE BEDENKINGEN VAN DE FACULTEIT
DER GENEESKUNDE TE VERDEDIGEN OP
WOENSDAG 14. FEBRUARI 1951,
DES NAMIDDAGS TE 4 UUR

DOOR

JOHANNES ANTON REIJNTJES

GEBOREN TE SNEEK

TE ASSEN BIJ

VAN GORCUM & COMP. N.V. (G. A. HAK & DTS H. J. PRAKKE)

AAN MIJN OUDERS

AAN MIJN VROUW

VOORWOORD

Het verschijnen van dit proefschrift biedt mij een welkome gelegenheid, U, Hoogleraren, Oud-Hoogleraren, Lectors en Privaat-Docenten der Medische Faculteit van de Groninger Universiteit mijn dank te betuigen voor het van U ontvangen onderwijs.

U, Hooggeleerde HUIZINGA, hooggeachte promotor, betuig ik mijn grote erkentelijkheid en bijzondere dank voor hetgeen U voor mij hebt gedaan, niet in het minst voor de herhaalde pogingen om te verhinderen dat mijn opleiding, door de vervulling van militaire dienst, onderbroken en daardoor in twee gedeelten gesplitst zou worden. Dat dat toch geschied is, is zeker niet aan U te wijten. Voor de wijze, waarop U mijn specialistische vorming in de keel-, neus- en oorheelkunde hebt geleid en verzorgd, zal ik U steeds dankbaar blijven. In Uw kliniek te hebben mogen werken, waar U er in geslaagd bent door Uw persoonlijkheid een zo prettige sfeer te scheppen tussen U en Uw assistenten, is mij een grote eer geweest.

Zeergeleerde HUIZING, ook aan U voel ik mij ten zeerste verplicht. Mijn onderwerp, dat ligt op het terrein van de audiologie, een deel van de keel-, neus- en oorheelkunde, dat de laatste jaren zulke grote vorderingen heeft gemaakt en waarvoor een zo grote belangstelling is ontstaan, vindt in U één van zijn beste vertegenwoordigers. Mijn werk had steeds Uw volle aandacht en gij zijt mij van onmisbare steun geweest bij het overwinnen van vele hindernissen, die ik tegenkwam op de weg naar het door mij gestelde doel. Steeds weer hebt U tijd kunnen vinden mij met raad en daad bij te staan.

Zeergeleerde SMELT, ook Gij hebt een belangrijk deel in mijn opleiding gehad en vele malen heb ik kunnen leren van Uw ervaring en rijp oordeel. Ik dank U hartelijk voor de vele nuttige wenken, die ik van U mocht ontvangen.

De assistenten uit de afgelopen jaren zullen hopelijk, evenals ik, de herinnering bewaren aan veel goede vriendschap.

Zeer geachte Mejuffrouw DE GROOT en Mejuffrouw MARTINI, ook U beiden zult in mijn herinnering blijven voor de hulp, die U steeds aan mij wilde geven.

Mijn dank gaat ook uit naar de heren VOLCKMAN en KUITERT, die steeds met een grote welwillendheid klaar stonden om mij met hun technische gaven bij te staan.

De wijze, waarop mijn ouders mijn opvoeding opgevat hebben, vervult mij met warme dankbaarheid, terwijl de daadwerkelijke steun, die ik bij het bewerken van dit proefschrift van mijn vrouw mocht ontvangen mij van niet te schatten waarde is geweest.

Ik beschouw het als een groot voorrecht lid te zijn geweest van het Groninger Studenten Corps „Vindicat atque Polit’’, waardoor zoveel hechte banden van vriendschap gelegd konden worden.

Ten slotte dank ik allen, die mij op de één of andere wijze tot hulp waren bij het samenstellen van dit proefschrift, voor hun medewerking.

INHOUD

Inleiding	11
Gebruikte termen en definities.	13
Hoofdstuk I. Toonaudiometrie	17
1. Inleiding	17
2. Subjectief aspect van de drempel- bepaling	21
3. Objectief aspect van de drempel- bepaling	23
4. Practische waarde van het drem- pelaudiogram	25
Hoofdstuk II. Het gebruik van spraak als prikkel bij gehooronderzoek.	28
Hoofdstuk III. Normaal en pathologisch spraak- gehoor	35
1. Inleiding	35
2. De normale spraak	35
3. Betekenis van de taal	38
4. Het begrip articulatie.	41
5. Het normale spraakgehoor	42
6. Het pathologische spraakgehoor	43
7. Klankbeeld en centrale functie.	45
Hoofdstuk IV. Spraakaudiometrie	49
1. Geschiedenis	49
2. Principe van de spraakaudio- metrie	50
a. Methode van onderzoek en apparatuur	51
b. Practisch gebruik van de meet- resultaten	52

3. Prikkelmateriaal	56
1a. Getallen	56
1b. Spondaewoorden	56
1c. Phonetisch gebalanceerde lijsten	58
1d. Nonsenswoorden	62
1e. Zinnen	63
1f. Verbonden tekst	63
4. Pathologische articulatiecurven en discriminatieverlies	64
5. Sociale validiteitsindex	68

Hoofdstuk V. Eigen onderzoek en gevonden resul- taten	71
1. Gebruikte apparatuur en methode van onderzoek	71
a. Geluidsbron	72
b. Weergave-systeem	74
c. Techniek van onderzoek	75
2. Normale articulatiecurve voor de Groninger P.B.lijst	76
3. Pathologische articulatiecurven bij verschillende vormen van slecht- horendheid	78
a. Articulatiecurven van het C- type.	78
b. Articulatiecurven van het P- type.	89
4. De articulatiecurve bij regressieve binnenoorloofheden (R-type)	100

Samenvatting en conclusies	109
Summary and conclusions	112
Résumé et conclusions	115
Zusammenfassung und Konklusionen	118
Lijst van geraadpleegde litteratuur	121
Appendix	125

One should not have to explain the importance of speech-hearing and the testing of it, and yet it is strange to say that after over 25 years of attention by otologists to frequency audiometry, it just now appears that there is general interest in direct speech-hearing testing. This is particularly odd when one is conscious that here always was and always will be an uncertainty in predicting what the speech-hearing loss is in the deaf, when studying their frequency audiograms.

DOUGLAS MACFARLAN.

INLEIDING

Door de vooruitgang van de methoden om bij slechthorenden de gehoorscherptheit te verbeteren, zoals de fenestratie-operatie bij de otosclerose, de moderne hoorapparaten, de gehoortraining, is het functioneel onderzoek weer meer onder de aandacht gekomen van hen, die op deze terreinen werkzaam zijn.

Gehoorschouderzoek wordt namelijk niet alleen verricht om tot een diagnose te komen, maar speelt ook een grote rol voor de indicatie van de in te stellen therapie en voor de beoordeling van de gehoorwinst na een eventuele therapie en de progressie van een gehoorverlies. Ook de beoordeling van de sociale validiteit is van steeds groter belang geworden.

De basis van alle gehoorschouderzoek is betrouwbaarheid en deugdelijkheid van de gebruikte methode, want we moeten weten of een onderzoek vandaag verricht voor eenzelfde patient morgen dezelfde uitslag zal hebben en ook moeten we zeker zijn of we werkelijk datgene meten, wat we beogen te meten.

Alle soorten van gehoorschouderzoek hebben ten opzichte van deze voorwaarden enige beperkingen, in de eerste plaats, omdat het een subjectieve methode is, waarbij altijd rekening dient te worden gehouden met de psychologische factor ¹⁰⁷).

De her-ontdekking van de spraakaudiometrie in Amerika tijdens de laatste wereldoorlog ⁶⁵⁾, nadat reeds omstreeks 1930 KATZ en VON SALIS ⁷²⁾ het spraakgehooronderzoek, volgens audiometrische methoden ook voor slechthorenden toegepast hadden, heeft ons ertoe gebracht de waarde van deze methode voor de Nederlandse taal te onderzoeken, om te zien, of ze naast de andere methoden een plaats kan krijgen in het routine-gehooronderzoek.

In hoofdstuk I worden de principes van de toon-audiometrie behandeld, waarbij vooral de psychologische vraagstukken van de drempelbepaling onder de ogen worden gezien. De nadelen en bezwaren, die aangevoerd worden tegen de toonaudiometrie, worden besproken.

In hoofdstuk II wordt beschreven hoe spraak als prikkel gebruikt wordt voor het onderzoek van de slechthorende, waarbij de aandacht gevestigd wordt op de betrekkelijke onbetrouwbaarheid van het onderzoek met behulp van fluisterspraak en conversatiespraak, zoals dit tot nu toe tegenwoordig alom wordt toegepast.

In hoofdstuk III wordt het normale en het pathologische spraakgehoor onder de ogen gezien, waarbij ook in het kort enkele fonetische grondbeginselen van de spraak worden genoemd.

In hoofdstuk IV komen we dan tot de spraakaudiometrie, waarbij de principes van deze onderzoeksmethode worden besproken. De opname-techniek en de interpretatie van de bij het onderzoek verkregen krommen komen ter sprake.

In hoofdstuk V worden de resultaten van eigen onderzoek vermeld, waarna een aantal spraakaudiogrammen voor verschillende soorten doofheden worden beschreven. Vooral de binnenoordoofheden van het regressieve type, welke typische spraakverstaanbaarheidscurven vertonen, vragen onze aandacht.

In het laatste hoofdstuk wordt een samenvatting gegeven van de in dit proefschrift behandelde stof.

In dit proefschrift zijn een aantal termen gebruikt, waarvan we hier de meest gebruikte vermelden met een korte definitie.

Standaardniveau: Het geluidsintensiteitsniveau van 10^{-16} Watt/cm²; dit komt overeen met 0 db.

Oorspan: De logarithmische verhouding van pijndrempel en toondrempel bij een bepaalde frequentie. De oorspan wordt uitgedrukt in bell of decibell.

Spraakspan: Dat deel van de oorspan, waarbinnen de geluidsintensiteiten van de fluister- en conversatiespraak practisch vallen (van ca. 20—80 db.).

Drempelniveau: Het intensiteitsniveau, waarop 50% van de prikkels, gelijkelijk aangeboden bij stijgende of dalende intensiteitswaarden, wordt waargenomen.

Hoordrempel: Het drempelniveau, waarop een geluidsprikkel juist wordt waargenomen, zonder dat de aard van het geluid onderkend wordt.

Onderscheidingsdrempel: Het laagstedrempelniveau, waarop het gehoorde geluid als spraak wordt waargenomen, zonder dat de fonetische elementen onderscheiden kunnen worden.

Spraakgehoordrempel: Het drempelniveau, waarop het eerste woord van een woordlijst, dus het gemakkelijkste woord van een dergelijke lijst, verstaan wordt. Het is het voetpunt van de articulatiecurve.

Spraakverstaanbaarheidsdrempel: Het drempelniveau, waarop 50% van de aangeboden spraakeenheden goed verstaan wordt.

Luidheid: De sterkte van de sensatie veroorzaakt door een op een bepaald intensiteitsniveau aangeboden geluidsprikkel.

Regressie: Het symptoom, waarbij, door het aanbieden van geleidelijk in sterkte toenemende supraliminale prikkels, het door slechthorendheid veroorzaakte verlies aan

luidheid meer en meer verdwijnt; er is dus sprake van een pathologische luidheidsfunctie (recruitment, recuperation, reclutamiento, recouvrement, rattrapage, regression, Ausgleichsphenomen).

Regressiesnelheid: De mate, waarmee het verlies aan luidheid zich herstelt (luidheidsherstel) bij het aanbieden van geleidelijk in sterkte toenemende supraliminale prikkels. De regressiesnelheid hangt samen met het aantal decibell geluidsintensiteit boven de pathologische drempel, dat nodig is om een normale luidheid te verkrijgen.

Vervorming: Alle verschillen, waardoor gereproduceerd geluid (behalve wat de totale intensiteit betreft) zich onderscheidt van het oorspronkelijke (distorsie).

P.B.lijsten: Lijsten van bestaande woorden, zo samengesteld, dat de gebruikte spraakklanken daarin met hetzelfde percentage vóórkomen als in de gewone omgangstaal.

Spondae-lijsten: Lijsten van bestaande tweelettergrepige woorden van het z.g. spondaetype, d.w.z. dat beide lettergrepen ongeveer gelijk beklemtoond zijn.

Articulatie: Het begrip articulatie wordt gebruikt in:

a. phonetische zin.

b. acoustische zin.

Phonetische definitie: Het geheel der spraakbewegingen, waardoor de woorden als samenstelling van klinkers en medeklinkers worden gevormd.

Acoustische definitie: Het subjectieve herkenningsvermogen van normaal gearticuleerde en zonder distorsie aangeboden spraakklanken of op zich zelf staande woorden, bij perceptie door het normale of pathologische gehoororgaan.

Articulatiepercentage: Het percentage goed verstane woorden van een woordlijst op een bepaald intensiteitsniveau.

Articulatiecurve: De grafiek, die het verband aangeeft tussen het articulatiepercentage en de aangeboden geluidsintensiteit.

Articulatieveld: Het grafisch veld, dat zich uitstrekt rechts van de normale articulatiecurve.

Verzadigingsintensiteit: Dat intensiteitsniveau, waarbij bij verdere vergroting van de aangeboden intensiteit het articulatiepercentage niet meer stijgt.

Optimumluisterniveau: Het intensiteitsniveau, waaraan het normale oor de voorkeur geeft om spraak te volgen. Dit niveau ligt bij het normale oor belangrijk hoger dan het laagste niveau, waarop 100% verstaanbaarheid bereikt wordt.

Optimumintensiteit: Dat intensiteitsniveau, waarbij het articulatiepercentage een maximum waarde aanneemt; zowel voor grotere als voor kleinere intensiteiten is de verstaanbaarheid dan minder. In pathologische gevallen is dit gelijk aan het optimumluisterniveau.

Discriminatieverlies: Het percentage woorden van een P.B.lijst, dat niet goed wordt verstaan, wanneer de aangeboden intensiteit is ingesteld op de optimum-intensiteit of op de verzadigingsintensiteit.

Validiteitsindex: Dit is een getal, dat bij een bepaald verlies aan spraakgehoor een aanwijzing geeft voor de praktische bruikbaarheid van het orgaan. Deze index wordt bepaald door het gemiddelde te nemen van de articulatiepercentages op de intensiteitsniveau's van zwakke, middelsterke en luide spraak (50—65—80 db. boven het standaardniveau).

Pseudobinauraal horen. Die wijze van percipiëren, waarbij beide eindorganen gelijktijdig geprikkeld worden door eenzelfde geluidsbron, doch zodanig, dat in plaats van de normale wegen, via twee afzonderlijke oorschelpen, gebruik gemaakt wordt van één gemeenschappelijk opvangsysteem, i.c. de microfoon van een gehoorapparaat.

Terwille van de aanpassing van elk oor afzonderlijk kan hierbij gebruik gemaakt worden van twee verschillende telefoontypen, welke door middel van een z.g. Y-snoer op dezelfde prothese zijn aangesloten.

The writer does not wish to foster the impression that the art of audiometry is inherently a grossly inaccurate and unreliable test procedure.

SCOTT REGER.

HOOFDSTUK I

TOONAUDIOMETRIE

§ I. *Inleiding.*

De bepaling van het gehoorverlies en het interpreteren daarvan is een van de belangrijkste onderdelen van de otologie.

Vroeger gebruikte men voor dit onderzoek voornamelijk twee soorten geluidsbronnen, te weten: de menselijke stem en de stemvork. De menselijke stem wordt gebruikt in de vorm van conversatiespraak en fluisterspraak, terwijl van de stemvorken de standaardreeks van 64 tot 4096 trillingen per seconde ons ten dienste staat. Voor zeer hoge frequenties wordt dit stemvorkonderzoek aangevuld met de fluit van GALTON en het monochord van STRUYCKEN.

Daar de pogingen, die van verschillende zijden zijn aangewend ⁹⁾, ¹⁰⁾ om het stemvorkonderzoek een meer exactere grondslag te geven in de practijk weinig toepassing vonden, niettegenstaande onze landgenoot STRUYCKEN een betrouwbare methode had uitgewerkt voor dit onderzoek ⁶⁾, was het een grote aanwinst toen in de dertiger jaren de otologie de audiometrie geleidelijk aan haar onderzoeksmethoden kon toevoegen.

Eerst volgens het principe van een nokkenrad-dynamo, later door toepassing van de radiolamp, heeft het apparaat de vorm gekregen zoals we het nu kennen ¹⁾, ²⁾, ³⁾, ⁴⁾. Immers steeds was het gemis gevoeld aan een geluidsbron voor zuivere tonen met standvastig trillingsgetal en constant blijvende intensiteit, waarbij deze grootheden naar believen veranderd konden worden. De eerste audiometer, die volgens dit principe is ontwikkeld, is de Iowa pitch range audiometer, die naar een idee van SEASHORE door DEAN en BUNCH ¹⁾ is vervaardigd.

De bepaling van de gehoorscherpthe voor klinisch gebruik is lange tijd bijna uitsluitend gebaseerd geweest op toepassing van de stemvorkproeven, waarvan vooral die van WEBER (1829), RINNE (1855) en SCHWABACH (1885) van zeer groot belang voor de diagnose van de verschillende vormen van hardhorendheid zijn gebleven.

Vele bekende otologen, vooral die zich toeleggen op de fenestratieoperatie (LEMPERT ¹¹, SHAMBAUGH ¹², GUILD ¹³, HOUSE ¹⁴, MAXWELL ¹⁵) achten voor de indicatiestelling voor deze operatie een stemvorkonderzoek van meer belang dan een audiometrisch onderzoek. Zij gebruiken de stemvorken C (64 tr/sec.), C² (512 tr/sec.), C³ (1024 tr/sec.), C⁴ (2048 tr/sec.), de laatste drie om de begeleiding na te gaan in het gebied, dat van het grootste belang is voor het spraakgehoor, de z.g. spraakzône, om daardoor een idee te krijgen van de cochlea-functie. LEMPERT ¹¹) gaat zelfs zo ver, dat hij niet wil leren hoe hij een audiometer moet bedienen en als de resultaten van het audiogram niet in overeenstemming zijn met de resultaten van zijn stemvorkonderzoek, laat hij het audiogram door een andere onderzoeker herhalen.

Waar vroeger een negatieve Rinne bij één frequentie opgenomen werd opgevat als een aanduiding voor een zuivere geleidingsdoofheid langs de gehele toonschaal, hebben de resultaten van de audiometrie geleerd, dat een sterk negatieve Rinne bij 256 b.v. niet de conclusie wettigt, dat de Rinne bij 2000 Hz. ook negatief zou zijn.

Gezien onze eigen ervaringen met de toonaudiometrie, waarbij men geen bepaalde behoefte heeft aan een verdere aanvulling door middel van stemvorkonderzoek, kunnen wij niet aan de gedachte ontkomen, dat deze voorliefde voor de stemvork spruit uit het feit, dat deze otologen te druk bezet zijn om zelf hun audiometrische onderzoeken te doen. Het stemvorkonderzoek, zoals zij dat verrichten, neemt niet zoveel tijd in beslag en kan direct aan het eigenlijke onderzoek aangesloten worden. Zij ontkomen zo aan het euvel hun diagnose en indicatiestelling voor de therapie te moeten opbouwen uit gegevens van de technicus, die het audiogram opneemt.

Een otoloog als R. R. WOODS³⁹⁾, die met een pijnlijke nauwkeurigheid zelf zijn audiogrammen opneemt, zegt, dat ook de beengeleidingsaudiometrie veel nauwkeuriger is dan de stemvork. Omdat in het onderzoek met de stemvork en de chronometer zo licht fouten kunnen sluipen, mag z.i. dit onderzoek alleen gedaan worden om een kwalitatief inzicht te krijgen.

Uit dit stemvorkonderzoek, een functioneel onderzoek, dat zich toelegt op het nagaan van de gevoeligheid van het oor voor zuivere tonen, heeft zich de toonaudiometrie ontwikkeld.

De audiometer in zijn huidige vorm is een instrument, waarmee wij kwalitatief en kwantitatief de gehoorfunctie kunnen bepalen, zowel voor luchtgeleiding als voor beengeleiding, en wel:

1^o. op het drempelniveau, zoals dit in het grootste gedeelte van de gevallen pleegt te geschieden.

2^o. op willekeurige hogere niveau's voor het onderzoek van de luidheidsfunctie.

3^o. in lawaai, hetgeen o.a. gebruikt wordt bij de maskering..

Het principe bij het opnemen van een audiogram is algemeen bekend. Wij bieden de patient enkelvoudige of zuivere tonen aan, dus trillingen niet vermengd met boventonen. Het gemeten gehoorverlies wordt uitgedrukt in decibells.

De decibell is geen absolute maat, maar de verhouding tussen twee geluidsintensiteiten, waarvan de ene het z.g. *standaardniveau* is. Dit niveau, waarmee dus de aan te geven intensiteit vergeleken wordt, is de gemiddelde drempelwaarde van een toon van 1000 Hz. voor een groot aantal normale oren. De waarde van deze intensiteit is 10^{-16} Watt/cm² of 0.0002 dyne/cm².

Voor andere trillingsgetallen dan die van 1000 wordt het gehoorverlies weliswaar ook in decibells uitgedrukt, maar als nulpunt geldt hier de gemiddelde normale drempel voor het betreffende trillingsgetal, overeenkomstig de bekende physiologische drempelcurve (isophon voor 0 db.).

In de regel worden de drempelwaarden voor de fre-

quenties 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 en 8000 opgenomen voor lucht- en voor beengeleiding. Hoewel het drempelaudiogram ons eigenlijk alleen een beeld geeft van wat de patient *niet* hoort, geeft het ons toch zeer belangrijke diagnostische gegevens over het gehoorverlies.

Helaas is de laatste jaren gebleken dat de drempelaudiometrie toch niet zo'n uitstekende methode is als eerst verwacht werd ¹⁶⁾, ¹⁷⁾, maar het is zoals TUMARKIN ²¹⁾ opmerkt: het beste wat we hebben. Immers het is gebleken, dat er tussen de audiogrammen van eenzelfde patient, opgenomen door twee geoefende onderzoekers, soms nog vrij grote verschillen kunnen bestaan. Eveneens is het opgevallen, dat er geen uniformiteit bestaat tussen diverse, als goed bekend staande, fabrieksmodellen.

Een commissie van de Medical Research Council ¹⁸⁾ heeft in 1947 vijf audiometers onderzocht, welke als representatief golden voor de beste fabrikaten. Het bleek, dat er alleen al in de drempelwaarden verschillen bestonden tot 20 db. Het is aan te nemen dat bij andere in de practijk in gebruik zijnde audiometers nog grotere afwijkingen voorkomen. Met deze gegevens voor ogen wordt de uitspraak van H. G. MYGIND ¹⁹⁾ wel twijfelachtig, waarin hij het een voordeel noemt van de toonaudiometers, dat de resultaten beter vergelijkbaar zijn. Dit geldt eigenlijk alleen voor één toestel, zolang de internationale standarisering niet geregeld is. De kwaliteit der apparatuur speelt hier verder een belangrijke rol.

MARVIN F. JONES ²⁰⁾ wijst dan ook zeer terecht op het grote contrast tussen de fijne precisieapparatuur en de grove fouten, die bij het gebruik van de audiometer kunnen voorkomen. De positie van de audiometer in de otologische wereld en vooral in de Verenigde Staten is echter min of meer onaantastbaar geworden.

De audiometer heeft, evenals de mens zijn eigen verborgen fouten. SCOTT REGER ²²⁾ heeft deze moeilijkheden kritisch onder ogen gezien en aanwijzingen gegeven om in de foutenbronnen verbetering te brengen.

Daar de toonaudiometrie een subjectieve onderzoeksmethode is en de spraakaudiometrie in zekere zin eveneens, is het nuttig hieraan enige woorden te wijden.

§ 2. *Subjectief aspect van de drempelbepaling.*

We hebben bij de audiometrische onderzoeksmethoden rekening te houden met de onbestendige menselijke factor, zowel van de patient als van de onderzoeker; de drempelbepaling heeft dus een psychologisch aspect.

Het blijkt, dat vele patienten een eigen opvatting hebben van de drempelwaarde voor een zuivere toon.

Zowel in de psychologie als in de physiologie geldt, dat een prikkel een zekere intensiteit bereikt moet hebben om bewust te worden, dus om een reactie te weeg te brengen. De prikkeldrempel is een overgang tussen die prikkels, die te zwak zijn om een reactie te veroorzaken en die prikkels, die sterk genoeg zijn om dit wel te doen ²³⁾.

Volgens GUILDFORD ²⁴⁾ is er geen enkele prikkelwaarde-intensiteit beneden welke een reactie nooit en boven welke een reactie altijd optreedt. Wel bestaat er een niet duidelijk afgebakende strook van onzekerheid, waarin een prikkel nu eens wordt waargenomen en dan weer niet. Bij STEVENS en DAVIS ²⁵⁾ lezen wij dat de onstandvastigheid, van de proefpersoon gemakkelijk aangetoond kan worden door hem een constante toon van een intensiteit vlak bij zijn drempel aan te bieden en hem te verzoeken een knop in te drukken als hij de toon hoort. Bijna zonder uitzondering reageren alle proefpersonen met onderbreking van de signaalknop. Dáárom wordt in de psychologische litteratuur dat punt als de drempelwaarde bepaald, waarbij 50% van de aangeboden prikkels wordt aangegeven.

Daar de proefpersoon aan aandachtschommelingen onderhevig is en ook de gevoeligheid van het orgaan verandert, is het nodig de drempel als een statistische maat te definiëren ²⁶⁾, ²⁷⁾.

De proefpersoon kan twee drempels onderscheiden:

1. De drempel, waarop geluid zonder meer gehoord wordt, dus zonder dat men zich bewust wordt of dit een toon (hoog of laag b.v.) is, dan wel een ander geluid. Deze drempel noemen we de *hoordrempel* (threshold of audibility).
2. De drempel, waarop de kwaliteit van het geluid onder-

kend wordt, de *onderscheidingsdrempel* (threshold of detectability).

Tussen deze onderscheidingsdrempel en de eerst vermelde hoordrempel ligt (bij zuivere tonen) een verschil van 3—4 db. ²⁸⁾.

Ook volgens POLLACK ²⁹⁾ bestaat bij het aanbieden van geluidsprikkels over het algemeen enig verschil tussen de drempelwaarde, waarbij deze prikkel zonder meer wordt waargenomen en de drempel, waarop men de aard van de prikkel kan interpreteren (zuivere toon, lawaai, spraak). Hij bepaalde het verschil bij verschillende frequenties; dit bedraagt voor 500 Hz. 2,5 db., voor 4000 Hz. 6,5 db.

In de litteratuur over de onderzoeksmethodiek met de audiometer zien we dat er weinig eenheid bestaat. BUNCH ¹⁾ noemt dat punt de drempel, waarbij de intensiteit van hoorbaar naar onhoorbaar wordt verminderd. HUGHSON en WESTLAKE ³⁰⁾ propageren de methode van het laten toenemen der prikkelsterkte.

Het is echter bij iedere onderzoeker, die geregeld audiogrammen maakt bekend, dat de drempelwaarde bij het laten afnemen van de prikkelsterkte lager ligt, dan wanneer men in omgekeerde richting gaat. MACFARLAN noemt dit „to carry the sound down” ⁵⁰⁾.

De drempels van de twee methoden liggen dicht bij elkaar bij goed acoustisch concentreren en korte reactietijden van de patient. (auditory alertness). Ook kan het type van doofheid, b.v. de regressieve binnenoordoortheid daar invloed op hebben ⁶¹⁾. Ze liggen verder uit elkaar bij gemis aan oplettendheid en uitval van de luisterfunctie (attention deafness en auditory disuse).

Het ligt dus voor de hand dat we als de drempelwaarde van een aangeboden toon het gemiddelde nemen van de 50% goede antwoorden bij de afnemende intensiteit- en de 50% goede antwoorden bij de stijgende intensiteetaanbieding.

Verder zijn nog van invloed: leeftijd, oefening en de geestelijke instelling van de patient. In verband hiermee zou het nuttig zijn om, alvorens we iemand audiometrisch onderzoeken, het I.Q. van hem te kennen. Het bruikbare

resultaat van het audiogram zal er ten eerste van afhangen of de patient geïnteresseerd of onverschillig, vlug of traag, op zijn gemak of gespannen, medewerkend of tegenwerkend is.

Ook eigenschappen van de onderzoeker als onderzoeker-ervaring, inzicht en persoonlijkheid spelen een even grote rol.

Uit het voorgaande zien we dus, dat de nauwkeurigheid van de met de audiometer verkregen uitkomsten wel een zeer subjectief karakter draagt.

§ 3. *Objectief aspect van de drempelbepaling.*

Factoren, die de nauwkeurigheid van de toondrempelwaarde bepalen, zijn: 2), 22), 48), 50).

a. Een juiste en periodiek gecontroleerde ijking van de gebruikte audiometer. Dit iken behoort te geschieden met een geijkte geluidsniveaumeter 48), of door middel van een standaard-kunstoer met bijbehorende apparatuur. Bij het ontbreken daarvan moet men zijn toevlucht nemen tot de subjectieve methode van het opnemen van drempel-audiogrammen van jeugdige personen met een normaal gehoor.

b. De sterkte van het maskerend geluid uit de omgeving. Ideaal is een z.g. stille of geluidloze kamer. Daar deze niet voor iedereen beschikbaar is kan men volstaan met een geluidsarme onderzoekkamer, ver genoeg verwijderd van straat- en huislawaai. Gordijnen en andere geluiddempende materialen kunnen de geluidsabsorptie bevorderen. Het achtergrondlawaai in een dergelijk onderzoekvertrek mag echter niet boven 35 db. gaan.

c. Luchtvolume van de koptelefoon en plaats, druk en afsluiting ervan tegen de schedel en gehoorschelp.

BROGDEN en MILLER ³¹⁾ onderzochten of het uitwendig luchtvolume van de koptelefoon invloed had op het fysiologisch geruis, dat ontstaat als we het oor afsluiten met een bol of een schelp. Volgens SIVIAN en WHITE ³²⁾ veroorzaken de respiraties en de vaatpulsaties mechanische trillingen, die via de hoofdbeenderen hun weg vinden naar

de gehoorgang. Als de gehoorgang wordt afgesloten ontstaat er een merkbaar wisselende druk in de koptelefoon + gehoorgangruimte, waardoor het trommelveel in trilling komt en een laag gezoem wordt gehoord. Resonantie-effecten kunnen hierbij een rol spelen. Als de koptelefoon een volume-inhoud van 0.7 cc. had, was het geluid storend, bij een volume-inhoud van 10 cc., werd het niet gehoord. Deze waarden gelden als de koptelefoon door een verend druksysteem rondom de oren wordt gedrukt. Als de proefpersonen de koptelefoon zelf tegen de oorschelp drukken blijkt door de spiertremoren van hand en arm het storend geruis te kunnen stijgen tot 10 à 15 db. ³¹⁾.

Verder is het ten zeerste gewenst steeds dubbele koptelefoons te gebruiken met afsluitende randen van rubber; hierdoor kan 15—20 db. van eventueel storend geluid in de onderzoekkamer worden weggenomen ⁴⁾. Een tweede voordeel van dubbele telefoons is, dat men steeds het aangeboden geluid naar believen van het ene oor naar het andere oor kan overschakelen, hetgeen van onmisbaar belang is bij de regressiebepalingen.

Bij de meeste audiometer-koptelefoons wordt geen rekening gehouden met het feit, dat de vermeerderde ruimte ten gevolge van het operatief verwijderen van een groot deel van de cellen van het mastoid bij die van de gehoorgang wordt gevoegd ³³⁾, ⁸³⁾. Ze zijn immers zo geijkt, dat een normale gehoorgang eraan gekoppeld behoort te worden. Alleen grote koptelefoons, zoals die van de *Pedersen*- en de *Lameris*-audiometer, ondervangen deze bezwaren.

d. Bij hogere frequenties wordt het richteffect van de telefoon sterk beïnvloed door de stand van de telefoonas ten opzichte van de gehoorgang. Dit geeft gemakkelijk aanleiding tot wisselende uitkomsten bij drempelbepalingen voor het trillingsgetal 8000.

e. Fysische voorwaarden in de onderzoekkamer als: atmosferische omstandigheden, barometerstand en vochtigheidsgraad.

Resumerend kunnen we opmerken, dat in verband met het opnemen van het drempelaudiogram de meest betrouwbare waarden verkregen worden met de z.g. psycho-

physische methodiek, dit is de „50% methode”. Door wat men zou kunnen noemen praktische beperkingen, zoals: gebrek aan tijd, personeel, materieel en onderzoekruimte, schiet de tegenwoordig algemeen gebruikte audiometrische onderzoeksmethode te kort. Er moet naar gestreefd worden een algemeen aanvaarde, uniforme opnametechniek toe te passen. De audiometrie dient niet alleen een kunstgreep, een spel te zijn, maar moet ook zijn wetenschappelijke basis behouden.

De nauwkeurigheid van de resultaten verkregen met de toonaudiometer, die als een precisie-instrument beschouwd wordt, is dus ook in sterke mate afhankelijk van factoren, die liggen buiten de apparatuur.

Men vindt in de litteratuur betreffende de audiometrie herhaaldelijk opmerkingen, waarbij sterk op geregeld ijken van het toestel wordt aangedrongen. We mogen dan wel aannemen, dat daaraan in de praktijk vaak nog veel ontbreekt. Dat het werken met *niet*-geijkte audiometers het onderzoek waardeloos maakt, behoeft geen betoog.

§ 4. *Practische waarde van het drempelaudiogram.*

De vorderingen, die in de laatste jaren zijn gemaakt, in de middelen tot verbetering van het gehoorverlies van slechthorenden, te weten: de fenestratie-operatie voor otosclerose en de technische vervolmaking van de gehoorapparaten, hebben de otologen naar aanvullende methoden doen zoeken voor de beoordeling van het gehoor. Men heeft zich afgevraagd in hoeverre het drempelaudiogram voor zuivere tonen een indruk kan geven voor dat soort geluid, waarom het primair gaat bij de slechthorende mens: de spraak^{49), 50)}.

BURGER merkt reeds in de eerste druk van zijn leerboek op, dat, hoewel het gehoorzintuig de spraakklanken in enkelvoudige trillingen ontleedt, een onderzoek van het toongehoor, dus met zuivere tonen door middel van een stemvork, geen goede indruk geeft omtrent de juiste functie van het orgaan. Dus de drempelwaarden voor zuivere tonen geven niet altijd een bruikbaar beeld van de totaal-

prestatie van het gehoororgaan, met name: niet aangaande het horen boven de drempelwaarden ⁴⁵⁾). Daarom is een drempelaudiogram alleen niet voldoende als maat van de verbetering of de verslechtering van de gehoorfunctie ⁴³⁾, ⁴⁴⁾).

Het is namelijk bekend, dat het verstaan van het gesproken woord voor sommige slechthorenden relatief beter is, dan men uit het drempelaudiogram zou vermoeden. De enkelvoudige toon is bovendien voor het gehoororgaan een zeer onphysiologische prikkel, waar het maar zelden mee te maken heeft.

Het meest gehoorde bezwaar tegen de toonaudiometrie is dan ook: we leven niet in een wereld van drempelwaarde-intensiteiten (WISHART ⁴⁶⁾). Dus de vraag is: wat is het verband tussen het drempelaudiogram voor zuivere tonen en de praktische handicap, veroorzaakt door een bepaald gehoorverlies? ³⁵⁾.

Er zijn vele methoden aangegeven om uit het drempelaudiogram het verlies voor spraak te berekenen, uitgedrukt als een percentage. De methoden hiervoor zijn uitvoerig door E. P. FOWLER beschreven in zijn boek „Medicine of the ear”. Zij gelden voor de Engelse taal. Volgens hem is de grote moeilijkheid om een aanvaardbare gewichtsfactor voor de verschillende gemeten drempels te ontwerpen het feit, dat spraak samengesteld is uit een groot aantal trillingen van verschillende frequenties en intensiteiten, die onder verschillende omstandigheden van weergave en waarneming in belangrijkheid wisselen.

We kunnen hier nog aan toevoegen de vraag in hoeverre de gewichten der verschillende frequentiebanden voor verschillende talen nog variëren. De meest in gebruik zijnde methoden om dit percentage spraakgehoorverlies te berekenen zijn ⁴⁾, ¹⁰⁴⁾:

1. De methode van FLETCHER.
2. De methode van The American Medical Association (E. P. FOWLER en P. E. SABINE).
3. De modificatie op deze methode van E. P. FOWLER.

De methode van FLETCHER, die het eenvoudigst is, zij hier iets nader toegelicht. Uitgaande van het idee, dat een verlies van 100% in de middenoctaven overeenkomt met

een verlies van oorspan van 120 db., dan correspondeert iedere db. drempelverlies met 0.83% verlies aan oorspan. FLETCHER beschouwt de frequenties 512, 1024 en 2048 als de essentiële trillingsgetallen voor het spraakgehoor en waardeert deze gelijkwaardig. Zodoende correspondeert dan een gehoorverlies van bijvoorbeeld 40 db., 60 db. en 80 db., voor respectievelijk 512, 1024 en 2048 Hz. met een spraakgehoorverlies van:

$$0.83 \frac{40 + 60 + 80}{3} = 49.8 \%$$

Latere onderzoekingen hebben aangetoond, dat het wel zeer aanvechtbaar is, om aan deze frequenties hetzelfde gewicht toe te kennen, terwijl het ook niet verantwoord is de frequentie van 4000 buiten beschouwing te laten. Zodoende zijn de onder 2 en 3 genoemde methoden ontstaan, waarvoor bepaalde tabellen zijn opgesteld, met behulp waarvan een eindpercentage kan worden berekend. Ook deze nieuwe methoden zijn niet volkomen bevredigend, omdat het o.a. moeilijk is het verlies voor beengleiding, de regressie en dergelijke factoren, in rekening te brengen.

We hebben voor verschillende audiogramsoorten dit percentage spraakgehoorverlies voor het Nederlands berekend volgens bovengenoemde drie methoden. De resultaten waren echter zo uiteenlopend, dat wij mogen concluderen, dat er geen bevredigende methoden bestaan om uit het drempelaudiogram voor zuivere tonen het verliespercentage van het spraakgehoor te berekenen.

De moderne spraakaudiometrie kan hiervoor een afdoende oplossing brengen.

The accurate measurement of speech hearing-loss has been an elusive objective for many years.

D. MACFARLAN.

HOOFDSTUK II

HET GEBRUIK VAN SPRAAK ALS PRIKKEL BIJ GEHOORONDERZOEK

De menselijke stem heeft terecht van oudsher bij het onderzoek naar de gehoorscherptheit een belangrijke plaats ingenomen. De belangrijkste functie van het gehoororgaan bij de mens ligt immers in het gebruik van spraak als communicatiemiddel. De slechthorende verlangt er het meest naar om de spraak van zijn medemens te kunnen horen. In de moderne samenleving zijn andere functies als: waarschuwing voor gevaar, het waarderen van muziek, het localiseren en identificeren van geluiden en signalen secundair ten opzichte van het spraakgehoor.

Daarom wordt de menselijke stem in de vorm van fluisterspraak gebruikt om het spraakgehoor te onderzoeken. Alleen bij zwaar slechthorenden is deze niet bruikbaar en wordt zij vervangen door luide spraak (conversatiespraak). Om voor het gehooronderzoek met spraak echter alleen de fluisterspraak te gebruiken is niet juist. BENJAMINS ⁵⁶⁾ zegt reeds in 1929, dat men uit de uitkomsten van het onderzoek met fluisterspraak niet zonder meer mag besluiten tot de bruikbaarheid van het gehoor bij luide spraak. Wij weten al zeer lang, dat de verhouding tussen de afstand voor fluisterspraak en conversatiespraak bij de verschillende soorten hardhorendheid niet constant is. Dus is het daarom nodig ook steeds een indruk te hebben, hoe de patient conversatiespraak verstaat.

GRADENIGO ⁷⁵⁾ heeft pogingen gedaan om de verhouding tussen fluisterspraak en conversatiespraak vast te leggen door het invoeren van de index vocalis (I_{voc}). Dit is de verhouding tussen de afstand, waarop de fluisterspraak gehoord wordt tot die, waarop de luide spraak wordt gehoord.

Het is bekend, dat de frequentiebanden van de fluisterspraak hoger liggen dan die van de conversatiespraak, omdat bij de fluisterspraak stemloos, dus zonder gebruik van de stembanden, wordt gesproken. Daarom zal bij de discantdoofheden de I_{voc} onder, bij basdoofheden daarentegen boven normaal gevonden worden ⁶⁰⁾, ⁷⁶⁾.

Dat de fluisterspraak met gebruik van reservelucht voortgebracht een zo standvastige sterkte zou hebben is betwijfeld. Er zijn onderzoeken verricht ³⁶⁾, waarbij de energie van gefluisterde woorden, door ervaren onderzoekers gesproken, met geluidsniveaumeters in db. werd gemeten. De proefopstelling van deze metingen is afgebeeld in fig. 1.

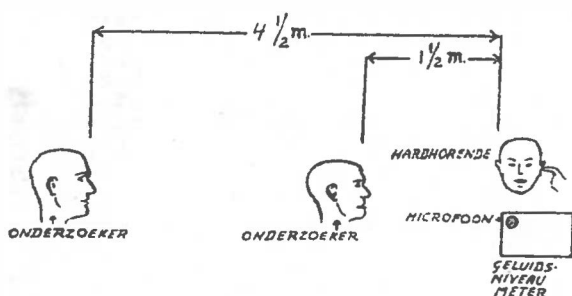


Fig. 1. Luidheid van fluisterspraak en conversatiespraak van verschillende onderzoekers gemeten met een geluidsniveaumeter.

De onderstaande tabel demonstreert kwantitatief het onhoudbare van de betrouwbaarheid van het onderzoek met conversatie- en fluisterspraak om de mate van hardhorendheid uit te drukken in meters. In het algemeen zien wij, dat er heel weinig verschil in sterkte van de stem bestaat tussen $4 \frac{1}{2}$ meter en $1 \frac{1}{2}$ meter. Ook valt het aanzienlijke verschil op tussen de diverse stemmen, vooral in de gewone onderzoekkamer. Alleen bij onderzoeker IV, een hardhorende legerarts, was er een verschil van meer dan 4 db. tussen de $1 \frac{1}{2}$ en $4 \frac{1}{2}$ meter. Het lawaainiveau in de stille kamer varieerde van 24 tot 35 db., dat in de gewone onderzoekkamer van 40 tot 65 db.

TABEL 1.

ervaren onderzoekers	GELUIDARME KAMER				NORMAAL ONDERZOEK- VERTREK			
	Conversatie- spraak		Luide fluis- terspraak		Conversatie- spraak		Luide fluis- terspraak	
	450 cm	150 cm	450 cm	150 cm	450 cm	150 cm	450 cm	150 cm
I	46	44	44	44	54	53	48	48
II	52	64	43	50	67	68	48	52
III	46	47	46	41	51	51	51	50
IV, doof	53	64	40	42	60	62	50	49
V	43	40	42	40	43	43	41	41
VI	42	42	33	32	52	51	47	46
VII	48	48	34	34	58	62	42	42
VIII	48	52	41	41	56	56	44	44
IX, direct na gesprek	—	—	—	—	66	60	58	58
X	58	58	41	42	58	58	45	45
XI	48	44	26	28	49	49	46	46
XII	47	44	30	30	48	49	40	40
XIII, gram. pl.	67	71	—	—	72	72	—	—
XIV, m. Barany lawaaitr.	63	66	—	—	69	70	—	—

Sterkte van conversatiespraak en fluisterspraak van verschillende ervaren onderzoekers gemeten met een geluidsniveaumeter in db. volgens E. P. FOWLER ³⁶⁾.

Theoretisch is het gehooronderzoek met het gesproken woord gebaseerd op de wet, die zegt, dat de geluidsintensiteit afneemt met het kwadraat van de afstand. Reeds in 1903 echter merkte ZWAARDEMAKER ⁴¹⁾ op, dat dit in de praktijk niet klopte en op empirische gronden beval hij aan binnenskamers te rekenen met de afname van de geluidsterkte met de enkele macht van de afstand, hetgeen vóór hem ook reeds door VIERORDT was gepropageerd. Zo vonden QUIX en ZWAARDEMAKER ⁴⁰⁾ empirisch, dat de geluidsterkte van de stemvork evenredig was met de 1,2^{de} macht van de amplitudo en niet met het kwadraat er van. Ze verklaarden

dit door terugkaatsing tegen wand en bodem van het onderzoekvertrek.

Uit de metingen van FOWLER (tabel 1) blijkt ook, dat de verandering in afstand van 3 meter ($4\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$) voor de intensiteit-toename nauwelijks van gewicht is.

J. D. HARRIS⁴²⁾ heeft gemeten, dat de stem van de proefpersoon op 15 cm van het oor slechts 15 tot $17\frac{1}{2}$ db. sterker is dan op $4\frac{1}{2}$ meter.

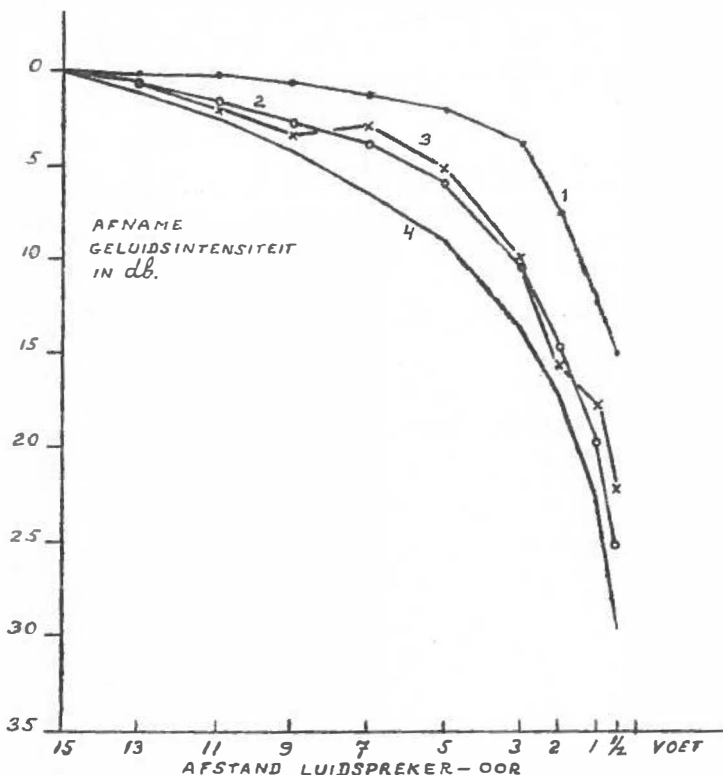


fig. 2

1. testbaan (testing-alley) 7,9 - 1,5 - 2,8 m.;
2. geluidarme kamer;
3. klasse-lokaal;
4. theoretische afname voor een auditus-meting.
(uit Arch. Otolar. 44, 462 (1946)).

Ook toonden hij en anderen ⁸³⁾ aan, dat de gemiddelde onderzoeker de intensiteit van zijn stem zozeer wisselt, dat de afstand, waarop de patient nog juist de gesproken woorden opvangt een hoogst bedriegelijke maat voor de gehoorscherptheit is. Het blijkt, dat nagenoeg geen enkele onderzoeker er aan ontkomt de intensiteit van zijn stem toe te laten nemen, als hij de patient nadert ⁸⁴⁾. Van de 54% binnenoordoofteden van 300 willekeurige hardhorenden vond TROWBRIDGE ⁸⁴⁾ bij 53% geen gehoorverlies met de fluisterstem, noch met de toonaudiometer voor de frequenties van het spraakgebied, maar de verminderde gehoorsfunctie kwam pas aan het licht, als het onderzoek over de gehele toonschaal werd verricht.

Hoewel de fluisterproeven door iemand werden verricht, die dit soort onderzoek reeds vele jaren had gedaan en aan de voorwaarden, die geëist moeten worden, voldaan was (gesproken met reservelucht in een geluidarm vertrek), was het verband tussen de fluisterspraakproeven en het berekende percentage toonverlies op de spraakfrequenties zo slecht, dat er nauwelijks van een verband gesproken kon worden.

Dat het dagrumoer in het onderzoekvertrek, evenals de acoustische verhoudingen ervan van groot gewicht zijn behoeft geen betoog, daar de onderzoeker geneigd is zijn stem aan te passen aan het omringende lawaainiveau.

Het is duidelijk, dat de fluisterspraakproeven, zoals ze nog door bijna iedere arts verricht worden, niet te zwaar mogen wegen, daar ze in het algemeen slechts een zeer oppervlakkige indruk geven betreffende het gehoorverlies van de onderzochte ⁵⁸⁾, ⁸³⁾, ⁸⁵⁾ en in sommige gevallen een foutieve.

Het is de grote verdienste van ZWAARDEMAKER en QUIX ⁴⁰⁾ geweest, dat zij reeds in 1904 het onderzoek met het gesproken woord zo overzichtelijk hebben ontleed. Dit onderzoek leidde tot de indeling in isozonale en aequintense zonen, c.q. klanken. Zij hebben de klinkers en medeklinkers in drie zonen verdeeld, een hoog-, middel- en laagfrequente zone. Daarnaast werd het doordringingsvermogen van de gebezigde klanken nagegaan en de ge-

middelen der voor een bepaald spraakgeluid gevonden afstanden werden als maat voor dit doordringingsvermogen aangegeven. Spraakklanken met een gelijk doordringingsvermogen werden aequi-intens genoemd. Onderlinge vergelijkingen van de gevonden woorden met aequi-intense klanken uit de hoog- en laagfrequente zone (zona acuta d^2 -fis⁴ en zona gravis C-d²) laten gevolgtrekkingen toe ten opzichte van de aard der doofheid. Dit onderzoek mag als voorloper en grondslag beschouwd worden van de huidige spraakaudiometrie.

Door vele onderzoekers is tevens gewezen op het onphysiologische karakter van de fluisterspraak als prikkel. Dat deze gebruikt wordt, komt vooral door practische overwegingen, daar in de gemiddelde onderzoekkamer de conversatiespraak niet onderzocht kan worden, met het oog op de vereiste afstand ten opzichte van de patient. Bovendien verzekert het gebruik van de fluisterspraak, gesproken met reservelucht, een meer constante intensiteit in vergelijking met de wisselende sterkte van conversatiespraak.

Als verdere nadelen van het fluisterspraak-onderzoek kunnen wij nog noemen:

- a. dat de aangeboden woorden vaak te slordig worden gesproken;
- b. dat er geen typische discant- en baswoorden worden aangeboden, maar gebruik gemaakt wordt van cijfers en plaatsnamen, waarbij de associatiefactor een grote rol speelt. Reeds in 1903 wijst ZWAARDEMAKER⁴¹⁾ er op, dat het gebruik van telwoorden ongewenst is, daar deze in het Nederlands acoustisch tot een beperkt gedeelte van de frequentieschaal behoren (500—3000 Hz.). Alleen „honderd” valt lager en „zes en zestig” hoger;
- c. dat dit onderzoek nagenoeg nooit in een geluidarme kamer wordt verricht en dat bovendien de acoustische voorwaarden van de gebruikte onderzoekvertrekken te vaak onvoldoende zijn;
- d. dat, zoals wij al eerder opmerkten, spreken of fluisteren met een constante intensiteit zelfs voor de meest geoefende onderzoeker onmogelijk blijkt te zijn. Zonder contrôle van het aangeboden geluid met een geluids-

niveaumeter is de waarde van de prikkel weinig betrouwbaar;

- e. dat het uitsluitend gebruiken van fluisterspraak bij binnenoordoofteden de uitkomsten in ongunstige zin beïnvloedt, voor geleidingsdoofteden daarentegen de resultaten flatteert.

Wij hebben dus gezien, dat het weinig zegt om de gehoorscherppte, bepaald met de fluisterstem, in meters uit te drukken. Hieraan wordt nog steeds vastgehouden bij de bepaling van de geschiktheid en gedeeltelijke geschiktheid van militaire keurlingen, waaronder ook zij vallen, die gekeurd worden voor beroepsmilitair. Hetzelfde geldt voor de bepaling van de geschiktheid van kapiteins, stuurlieden, machinist-stokers en personen aan wie aan boord de wacht op het houden van uitkijk op zee kan worden opgedragen (bijlage XII van K.B. 26-II-32, Staatsblad 563, hoofdstuk III, art. 17 en 18).

Dit soort onderzoek is immers voor een beslissing, waarmee soms carrières gebroken worden, onvolledig en daarom onvoldoende. In het licht van het moderne inzicht is deze gang van zaken niet langer verantwoord.

De uitspraec van de Mens vertoont Gots groote lof
Door dattet is een daet daer konstich tuich en stof
In aen te merken is; en zoo veel onderscheiden,
Dat in veel duizenden, men die wel kan verspreiden.

MONTANUS.

HOOFDSTUK III

NORMAAL EN PATHOLOGISCH SPRAAKGEHOOR

§ 1. *Inleiding.*

Voor het gehoororgaan is het gesproken woord van primair belang. De ontwikkeling, opvoeding en sociale aanpassing hangen er van af. Ook is goed leren spreken nauw verbonden met goed horen.

Het gesproken woord, zoals we dit van onze medemens horen, is een verbijsterend voorbeeld van zorgeloosheid en slordigheid. Dictie, intonatie en articulatie worden nauwelijks in acht genomen door het gemiddelde zich intelligent noemende individu. Dat dit een extra belasting voor een patient met een gehoorverlies betekent, behoeft geen betoog.

Bij een gehoorwinst door operatie of prothese beoordeelt de patient zelf zijn verbetering vooral naar het spraakgehoor, daar de hardhorende het verlies van spraakcontact als de belangrijkste handicap voelt.

Het ligt dus voor de hand het gehoor van de patient, met spraak als prikkel te onderzoeken, gezien de enorme vlucht die de electro-acoustische techniek de laatste decennia heeft genomen, met de audiometrische methoden.

Alvorens ons bezig te houden met dit soort onderzoek moeten we eerst de aspecten van normale spraak en het normale spraakgehoor onder ogen zien.

§ 2. *De normale spraak.*

Spraak bestaat uit een gecompliceerde opeenvolging van geluiden, die snel wisselen in intensiteit en frequentie ⁵¹⁾, ⁵²⁾, ⁵³⁾, ⁵⁴⁾, ⁵⁵⁾. De elementen, waardoor de spraak als gesproken taal gekarakteriseerd wordt, kan men verdelen in:

I. De phonetische elementen.

II. De niet-phonetische elementen of accenten.

ad I. Iedere spraakklank of phoneem is opgebouwd uit een combinatie van enkelvoudige trillingen van verschillende amplitude, waarbij de trillingsgetallen allen een geheel veelvoud zijn van het trillingsgetal van de grondtoon.

Onder de formant verstaat men daarbij de trilling met de grootste amplitude, welke volgens de onderzoekingen, van STUMPF ⁷⁴⁾, wat zijn spectrale ligging betreft, voor een bepaald phoneem gebonden is aan een bepaalde, voor dat phoneem karakteristieke frequentieband (formantstreek). Een spraakklank kan meerdere formanten hebben, hoofd- en nevenformanten geheten. Het oorspronkelijk aangenomen absoluut karakter van de formantfrequentie is reeds lang prijs gegeven. Zeer waarschijnlijk is het aan een geringe verschuifbaarheid daarvan toe te schrijven, dat het gehele klankbeeld van de spraak op elk ogenblik een harmonisch geheel kan vormen ⁵⁴⁾.

Deze phonemen zijn de kleinste eenheden, die in de spraak onderscheiden kunnen worden. Aan elk zo'n phoneem is een fysisch klankpatroon gekoppeld, dat tijdens de natuurlijke spraakontwikkeling via het zintuig, geleidelijk centraal een bijbehorend klankbeeld vormt.

De klanken verschillen onderling sterk in intensiteit, zodat we kunnen spreken van een klankendynamiek, waarbij de grootste intensiteitsverhoudingen bestaan tussen de klinkers en de stemloze medeklinkers. Zoals reeds werd opgemerkt, is er in een bepaald phoneem, een voor dat phoneem karakteristieke componentenverhouding; dus ook daar is van een dynamiek sprake.

In de Nederlandse spraak zijn er ruim 50 phonemen, waaruit de lettergrepen en dus de woorden, gevormd worden. Ze worden verdeeld in klinkers, tweeklanken en medeklinkers.

De mate van voorkomen van deze phonemen is zeer verschillend en wisselt bovendien voor diverse talen en dialecten. In het Nederlands is de toonloze *e*, zoals deze in het lidwoord *de* voorkomt, het meest frequent.

Door HUIZING en MOOLENAAR-BIJL ⁷¹⁾ is in 1943

nagegaan hoevaak de verschillende klanken in het Nederlands voorkomen (frequentie van voorkomen). Zij hebben zich daartoe beperkt tot de 51 in tabel 2 genoemde klanken. Niet opgenomen of onderscheiden zijn de stemhebbende h, dj, l(j), eu (freule), ai (uitroep), è (blèren, militair), de twee soorten ui en de verschillende typen r. De bilabiale w is bij de tweeklanken gerekend. Ook de genasaliseerde en gediphthongeerde klinkers zijn buiten beschouwing gelaten.

In de laatste kolom van tabel 2 zijn de percentages vermeld, waarmee deze klanken in 10000 woorden beschaafd Nederlands voorkomen. De teksten daarvan bestonden uit een groot aantal verschillende delen proza van uiteenlopend karakter, elk bestaande uit 250—500 woorden. Bij de telling is steeds rekening gehouden met de wijze, waarop de verschillende woorden in de gewone spreektaal worden uitgesproken.

Tabel 2.

1. bode	12.66	pCt.	18. beek	1.94	pCt.	35. ja	0.40	pCt.
2. nee	10.10	"	19. zie	1.92	"	36. koud	0.38	"
3. tante	7.95	"	20. macht	1.91	"	37. muur, nu	0.36	"
4. rood	6.50	"	21. water	1.89	"	38. bootje	0.11	"
5. dame	4.81	"	22. dief	1.73	"	39. zakdoek	0.10	"
6. soep	4.26	"	23. bek	1.55	"	40. huisje	0.05	"
7. man	4.13	"	24. loop	1.47	"	41. franje	0.05	"
8. lief	4.00	"	25. piet	1.38	"	42. deur	0.05	"
9. met	3.02	"	26. dom	1.32	"	43. miauw	0.05	"
10. hoe	2.97	"	27. fiets	1.25	"	44. roeil	0.05	"
11. pa	2.94	"	28. pot	0.98	"	45. nooit	0.04	"
12. pit	2.79	"	29. boek	0.83	"	46. beuk	0.03	"
13. men	2.71	"	30. bang	0.73	"	47. nieuw	0.01	"
14. dragen	2.27	"	31. boor	0.56	"	48. duw	0.01	"
15. even	2.22	"	32. put	0.52	"	49. logeren	0.01	"
16. hoed	1.97	"	33. ruit	0.48	"	50. draai	0.01	"
17. ijs	1.95	"	34. peer	0.40	"	51. leeuw	0.00	"

Percentage van spraakklanken berekend uit 10000 woorden, genomen uit verschillende gedeelten tekst, voor de Nederlandse taal.

We zien, dat het percentage medeklinkers 61 en dat der klinkers en tweeklanken tezamen ruim 38 (klinkers 35.7% en tweeklanken 3%) bedraagt. De lage klinkers en twee-

klanken (oo, oo(r), ò, ó, ooi, oe, oei) maken 5% uit van de totale klankfrequentie en nog geen 15% van de totale klinkerfrequentie. Het percentage hoge klinkers en twee-klanken bedraagt 33,5%. Uit deze cijfers blijkt van hoe geringe waarde de zona gravis is voor het spraakgehoor, hetgeen ook algemeen bekend is. Het spraakgehoor van basdoven is lang niet zozeer gestoord als dat van discantdoven.

ad II. De accenten.

Bij de menselijke spraak spelen enige eigenschappen een rol, welke als zodanig ook invloed op het taaleigen hebben. Er bestaat hier een wisselwerking tussen de spraak en het taaleigen ⁷⁰).

Het zijn de volgende begrippen:

- a. De melodie of toonhoogte. Tijdens het spreken verandert namelijk de hoogte van de grondtoon voortdurend. Door verandering van de melodie kan een zelfde zin een totaal andere betekenis krijgen, zodat dit zinsaccent buitengewoon belangrijk is. Deze „muziek” van de spraak verschilt zeer voor de talen onderling. Voor Nederlandse oren valt b.v. het typisch karakter van dit accent sterk op bij het Zweeds. Dit melodisch accent moet men weer beschouwen in samenhang met:
- b. Het tempo. Dit is de snelheid, waarmee de melodie op en neer gaat. Het temporele accent van de spraak zou men ook kunnen betrekken op het rythme, het is de regelmaat in de accentuering.
- c. De sterkte of het dynamisch accent, hetgeen tot uiting komt door de beklemtoning van bepaalde lettergrepen. Hiermee is het rythme ook weer verbonden.

§ 3. *Betekenis van de taal.*

In de voorgaande paragraaf werd terloops reeds een opmerking gemaakt over de invloed van de taal.

De verschillende fonetische elementen en begrippen, die gezamenlijk de „overall” verstaanbaarheid van de

spraak in een bepaalde taal beïnvloeden, hebben voor de verschillende talen niet dezelfde waarde. Hoewel er over deze kwestie nog zeer weinig bekend is, lijkt het ons nuttig hierbij een ogenblik stil te staan, omdat een beter inzicht dienaangaande van groot belang is voor het vergelijken van de uitkomsten der spraakaudiometrie in verschillende landen. In het algemeen worden deze uitkomsten zonder meer vergeleken, hetgeen waarschijnlijk niet juist is.

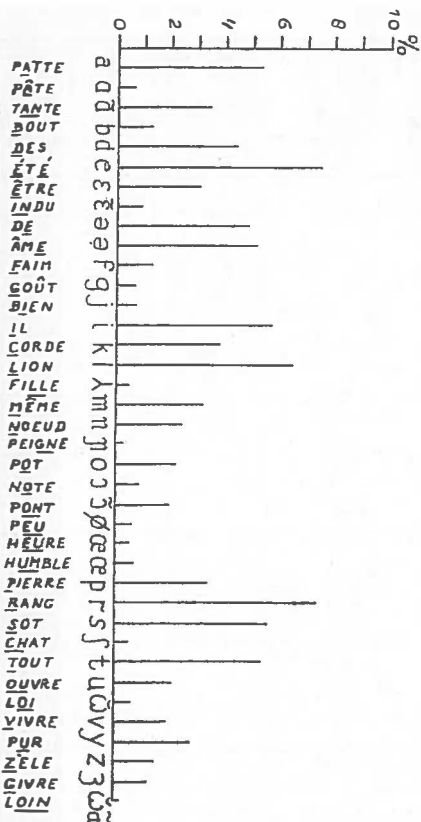
We kunnen de vraag ook in deze vorm stellen: Is een otosclerose patient met een oplopend audiogram (sterke basdoofheid), wat zijn spraakgehoor betreft, gelijkmatig gehandicapt voor het Nederlands als voor het Frans? Deze vraag kunnen we pas beantwoorden als we volledig zijn ingelicht over:

1. De aard van de phonemen in die talen, waarbij vooral de verschillende formantstreken van belang zijn.
2. De frequentie van voorkomen van deze phonemen.
3. De waarde, die we moeten hechten aan de in de vorige paragraaf genoemde accenten voor de verschillende talen.

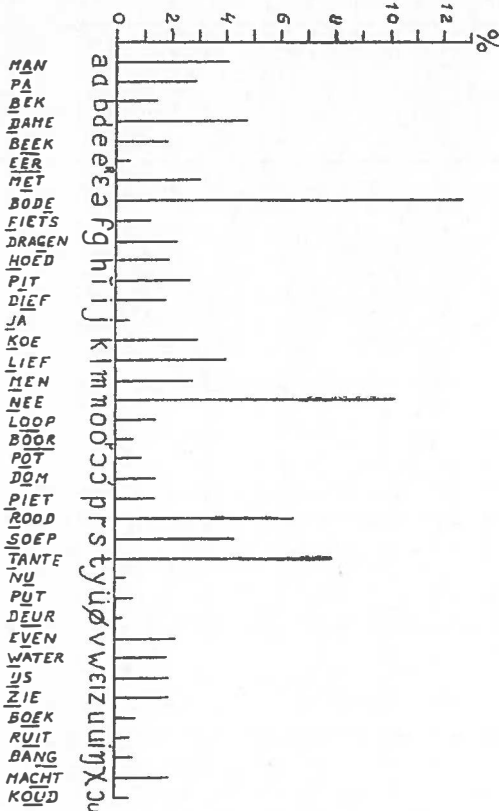
De twee eerste voorwaarden bepalen samen welke delen van de toonschaal voor de verstaanbaarheid essentieel zijn. Het volgende voorbeeld kan dit nader verduidelijken.

Als men de Romaanse talen bekijkt dan krijgt men op heteerste gezicht reeds de indruk, dat de klinker *i*, als in *Piet*, in vergelijking met het Nederlands, veel frequenter is. In het Frans en het Spaans is dit respectievelijk 4.8 en 7.5%, in het Nederlands is het nog geen 2% ⁹⁹⁾, ¹⁰⁰⁾, ¹⁰⁵⁾, (zie tab. 3 en tab. 4).

Daar de formant van de „i” in de buurt van de 3000 Hz. ligt, is het frequente voorkomen van de „i” dus een gunstige factor voor het oplopende audiogram bij de aanvangsphase van een otosclerose. Het tegengestelde geldt bij een afdalend audiogram of een „dip” nabij 3000 trillingen per seconde. De vraag blijft natuurlijk in hoeverre andere verschillen in het idioom dit onderscheid weer kunnen compenseren.



Tabel 3.



Tabel 4.

De tabellen 3 en 4 geven een vergelijkend overzicht van het percentage van vóórkomen van de verschillende phonemen in het Frans en het Nederlands. Men staat hierbij natuurlijk voor de moeilijkheid, dat de beide talen niet van dezelfde phonemen gebruik maken.

In aansluiting wat we over de „i” opmerkten valt ook op, dat de dentalen (t, d, n) waarvan het percentage in het Nederlands 22.8 is, in het Frans slechts ruim 12 bedraagt.

Gaan wij b.v. na hoe de verhouding klinkers — medeklinkers is bij de Romaanse talen en het Nederlands, Engels, Duits en Zweeds, dan valt terstond op, dat hier ook grote verschillen bestaan.

	medeklinkers	klinkers en neven- klinkers
Nederlands ⁷¹⁾	61	39
Engels ¹⁰⁶⁾	65	35
Duits ⁹⁸⁾	62	38
Zweeds ⁹⁸⁾	61	39
Frans ¹⁰⁰⁾	51	49
Italiaans ⁹⁸⁾	53	47
Spaans ^{1) 105)}	53	47

Tabel 5. Percentages van de medeklinkers en klinkers en nevenklinkers voor verschillende talen.

¹⁾ Spaans zoals het gesproken wordt in Buenos-Aires („la fonetica rioplatense”).

Uit tabel 5 zien we, dat deze verhouding voor het Nederlands 0.64 is, voor het Frans daarentegen 1.04. Daar we weten, dat de slechthorende met een binnenoordefect vooral moeite heeft met discriminatie van de medeklinkers, moeten we, afgaande op de getalwaarden van de klinker-medeklinker verhouding verwachten, dat een dergelijke patient in het Nederlands, Engels, Zweeds en Duits meer moeite zal hebben met het verstaan van spraak dan in de Romaanse talen. Ook is daarom aannemelijk, dat een patient met een matige vorm van slechthorendheid, waarbij de acoustische informatie immers vooral kan berusten op het klinkerhoren, beter de Romaanse talen kan verstaan.

Uit het karakter van de phonemen, die kenmerkend zijn voor de verschillende talen, zouden ongetwijfeld nog meer conclusies te trekken zijn betreffende de spraakverstaanbaarheid van deze talen, indien hierover meer gegevens ter beschikking stonden. Uit bovenstaande mag de gevolgtrekking gemaakt worden, dat voor een vergelijking van de resultaten der spraakaudiometrie op internationale basis ons phonetisch inzicht in de verschillende talen nog verruimd moet worden.

§ 4. *Het begrip Articulatie.*

Articulatie is reeds vele jaren een algemeen gebruikte term in de phonetiek. Hieronder verstaat men het geheel der spraakbewegingen, waardoor de woorden als samenstellingen van klinkers en medeklinkers worden gevormd.

De articulatie is een natuurlijke functie, die bij het normale kind in de loop der jaren geleidelijk tot stand komt. De ontwikkeling daarvan is echter volkomen afhankelijk van het bezit van een normaal horend oor. Een onjuiste articulatie immers kan uitsluitend het gevolg zijn van een hoordefect.

In de articulatie kunnen we een soort mechanisch-acoustische koppeling zien tussen het spraak- en het gehoororgaan. Het waarnemen van vervormde klankpatronen kan dus even goed zijn oorzaak vinden in een onjuist gebruik van het spraakorgaan, als in een beschadigd gehoororgaan.

Het begrip articulatie kan daarom ook van acoustisch standpunt beschouwd worden. In die zin is deze zelfde term al vele tientallen jaren in de Amerikaanse literatuur in gebruik. Men spreekt over *articulatie* in de zin van *verstaanbaarheid*. Het woord verstaanbaarheid dekt echter niet volledig het begrip articulatie. Evenals in de fonetiek wordt dit woord ook acoustisch gebruikt voor de verstaanbaarheid van de fonetische elementen, dus op zichzelf staande klanken en ook voor losse woorden.

Voor volledige zinnen en verbonden tekst gebruikt men de meer algemene term verstaanbaarheid.

Bij metingen van deze verstaanbaarheid gebruikt men het articulatiepercentage (articulation-score), waarmee dan in een geval van slechthorendheid de verstaanbaarheid voor normale spraak kan worden uitgedrukt.

Aangezien we de term articulatie in deze acoustische betekenis in het vervolg herhaaldelijk zullen gebruiken, wordt hier de aandacht gevestigd op de beide interpretatiemogelijkheden van dit begrip.

§ 5. *Het normale spraakgehoor.*

In drie fasen komt de gewaarwording van de spraakklanken tot stand. We onderscheiden een fysisch, een fysiologisch en een psychologisch gedeelte bij dit proces. Ieder van deze onderdelen kan gestoord zijn en verminderde articulatie geven. Men kan zeggen, dat de functie van het spraakgehoor neerkomt op het verbinden van een bepaald

physisch trillingsproces aan een in ons bewustzijn aanwezig herinneringsbeeld, in dit geval een klankbeeld of een woordbeeld ⁵¹⁾).

De normale spraak kan, voor zover de luchtgeleiding betreft, reeds bij een sterkte van 20 db. boven het standaardniveau worden verstaan. Bij kleinere intensiteiten kan de spraak wel reeds als zodanig onderkend worden, maar nog niet verstaan; het gehoorde kan niet als een fonetische eenheid worden weergegeven. We onderscheiden daarom twee drempels, de spraakgehoordrempel en de onderscheidingsdrempel voor spraak. Deze laatste drempel ligt ongeveer 7 db. lager dan de eerst genoemde, dus op 13 db. boven het standaardniveau.

Onder normale omstandigheden is de articulatie het grootst bij ongeveer 80 db. en de luidheid het aangenaamst op een geluidsintensiteitsniveau van ongeveer 65 db. Daarboven neemt de verstaanbaarheid weer af, waarschijnlijk tengevolge van vervormingen (distorsie). Men komt zo tot een normale spraakintensiteitsschaal, die loopt van 20 tot 80 db., door HUIZING ⁵¹⁾ *spraakspan* genoemd. Deze bedraagt dus een 60 db. en is derhalve ongeveer de helft van de normale oorspan.

In het dagelijkse leven bestrijkt de spraak verschillende niveau's in het normale gehoorveld. Dit is afhankelijk van de intensiteit van het aangeboden geluid en de afstand van de geluidsbron. Door storend lawaai, b.v. in een tram of een autobus, gaat men automatisch zijn stem verheffen om zich verstaanbaar te maken, zodat het maskerend lawaai het spraakniveau naar hogere intensiteiten doet verschuiven.

§ 6. *Het pathologische spraakgehoor.*

Bij de hardhorenden zien we een pathologische spraakverstaanbaarheid. Afwijkingen, die primair van centrale aard zijn, kunnen allerlei stoornissen van het spraakgehoor veroorzaken. Daar er echter nog zo weinig bekend is over de pathologisch-anatomische achtergrond van vele van deze doofheden, beperken we ons tot de afwijkingen van het eigenlijke zintuig in het binnenoor of van het geleidingsapparaat, dat de trillingen daarheen overbrengt.

Het middenoor is op te vatten als een versterker vóór het eigenlijke zintuig, welks gevoeligheid daardoor sterk wordt vergroot, nl. met een bedrag van 50 tot 60 db. De gevoeligheid van het orgaan wordt door zeer geringe afwijkingen van het middenoor dan ook snel verminderd. Het logaritmisch karakter der gewaarwording en het beloop der luidheidsfunctie bij de drempel maakt, dat we b.v. in het dagelijkse leven van een 10-voudige vermindering der gevoeligheid nauwelijks iets merken. Bovendien wordt de gevoeligheid van een normaal oor door de maskerende werking van het alledaagse lawaai meer of minder kleiner. Daardoor ligt reeds bij gewoon kamerlawaai de drempel van het gehoor voor hoge tonen ongeveer 20 db. en voor lage tonen 30 tot 40 db. hoger dan in de stilte⁵¹). Om deze reden is een gehoorverlies van 20 db. praktisch dan ook niet merkbaar. Het verlies begint pas merkbaar te worden bij 30 tot 35 db., vooral als het de frequenties in de spraakzone geldt (500 Hz. — 3000 Hz.).

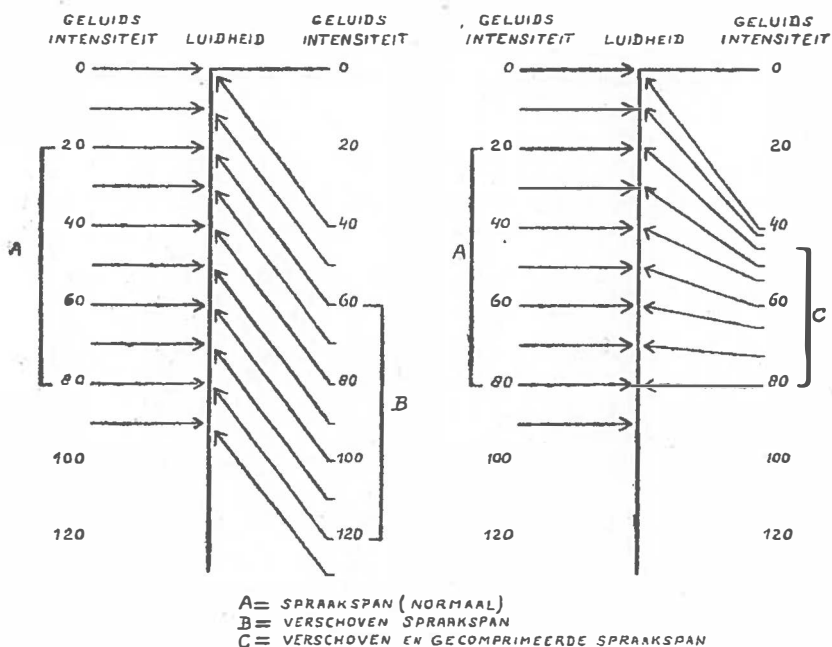


Fig. 3. Verband tussen luidheid en intensiteit bij verschillende vormen van slechthorendheid.

In fig. 3 zien we geheel links de intensiteitsniveau's langs de normale oorspan, met daarin de bijbehorende luidheden door middel van de horizontale pijlen aangeduid. De strook A geeft daarbij de normale spraakspan aan. Daarnaast hebben we het geval van een zuiver geleidingsdefect, met een drempelverlies van 40 db., waarbij de overeenkomstige luidheid door de schuin oplopende pijlen wordt weergegeven. De strook B laat zien hoe de spraakspan in zijn geheel eveneens 40 db. naar hogere intensiteitsniveau's verschoven is. In een dergelijk geval heeft dus het orgaan alleen een verminderde drempelgevoeligheid. Is de drempel éénmaal gepasseerd, dan groeit de luidheid normaal aan.

Geheel rechts is er een perceptiestoornis, eveneens met een drempelverlies van 40 db., waarbij echter de luidheid abnormaal snel toeneemt (recruitment) en wel op zodanige wijze, dat bij 80 db. de normale waarde bereikt is; dus het luidheidsverlies is ingehaald. Dit regressieve karakter van deze vorm van slechthorendheid geeft niet alleen aanleiding tot een verschoven, maar ook tot een sterk vernauwde spraakspan. In het hier gegeven voorbeeld (C) is de spraakspan gecomprimeerd tot een strook van 35 db.

Het is duidelijk, dat de vernauwde spraakspan aanleiding moet geven tot vervormde luidheidspatronen voor de verschillende spraakklanken, waardoor de articulatie bemoeilijkt wordt ⁶¹).

Een andere oorzaak, waardoor een articulatie-verlies optreedt, is het ontbreken van bepaalde componenten van het luidheidspatroon, zoals dit bij abrupt verlopende binnenoordoofheden in sterke mate het geval kan zijn.

§ 7. *Klankbeeld en centrale functie.*

De belangrijkste factoren voor een correcte interpretatie van de aangeboden geluidsprikkels door de centrale functie zijn de volgende:

1. De luidheid van de spraak.
2. De natuurgetrouwheid van de waargenomen klankpatronen.
3. Het klankdifferentiatievermogen.
4. De vaardigheid van de waarnemer.

1. Bij grotere intensiteit van de spraak neemt voor het normale oor de luidheid toe en daarmee de verstaanbaarheid. Dit geldt zowel voor de spraak als geheel, als ook voor de afzonderlijke elementen, waaruit ze is opgebouwd. Wanneer spraak wordt afgezwakt verdwijnen de zwakke medeklinkers, zoals de fricatieven dan ook het eerst onder de drempel, terwijl de klinkers het langst herkend kunnen worden (klinkerhoren).

2. Het herkennen van spraakelementen berust op de waarneming van karakteristieke luidheidspatronen en het bestaan van daarbijbehorende centrale klankbeelden. Daarbij kunnen gelijktijdig ook nog andere associaties een rol spelen, zoals het afzien van lipbeelden, de mimiek enz. Dit vermogen om klankbeelden te herkennen ontwikkelt zich al op zeer jonge leeftijd ¹⁰¹⁾.

Essentieel voor een goede verstaanbaarheid is in de eerste plaats het behoud van de formanten in hun karakteristieke frequentiegebieden en verder het behoud van de onderlinge luidheidsverhoudingen en toonhoogte-intervallen van de verschillende spraakcomponenten. Tengevolge van het regressiesymptoom ontstaan allerlei pathologische luidheidsverhoudingen, terwijl door diplacusis de harmonische toonhoogte-intervallen verstoord worden. Deze subjectieve vervormingen bemoeilijken alle de centrale functie, aangezien de luidheidspatronen niet meer passen bij de normale klankbeelden.

3. Hoe groter de onderlinge verschillen tussen de klankpatronen zijn, des te gemakkelijker kunnen ze onderscheiden worden. Bij verschillende vormen van selectieve slechthorendheid (lawaaï-dip, abrupt discantverlies) vallen bepaalde formantgebieden geheel uit. Hierdoor vermindert de onderlinge differentiatie tussen de klanken, zodat men een hogere eis stelt aan de centrale functie om de spraakelementen te onderkennen, om tot een associatie met het herinneringsbeeld te geraken.

4. De ene mens bezit van nature een betere centrale hoorfunctie dan de andere. Een juiste interpretatie van allerlei klanken kan door oefening worden opgevoerd, waardoor de vaardigheid wordt verhoogd ¹⁰¹⁾. De vaardigheid neemt b.v. af bij oudere mensen.

Een kind leert een taal, die het dagelijks hoort gemakkelijk, onafhankelijk van welk ras of nationaliteit het is. Als echter een volwassene voor deze taak wordt gesteld zien we, dat hij een, voor de bewoner van dat land, „buitenlands” accent heeft. Dit is toe te schrijven aan het feit, dat zijn spraak- en hoorgewoonten reeds te hecht gekoppeld zijn aan bestaande klankbeelden. Hij hoort niet meer de subtiële verschillen der phonetische elementen tussen de beide talen, daar de gevoelige periode van de kinderjaren voorbij is.

Een bijzondere vaardigheid is nog het onderscheiden van spraakklanken bij aanwezigheid van maskeringslawaaï. Zo is het merkwaardig om te zien, hoe arbeiders die de gehele dag in een bepaald fabriekslawaai werkzaam zijn, met elkaar converseren, ook nadat een lawaaitrauma tot stand is gekomen. Deze bijzondere vaardigheid ontwikkelt zich geleidelijk in de loop der jaren. Ook speelt in het dagelijks leven de aandachtsconcentratie en subjectieve gerichtheid op een bepaalde geluidsbron een grote rol, waar allerlei nevengeeluiden de bewustzijnsdrempel niet overschrijden.

Door de moderne hoortraining is in de laatste jaren op ondubbelzinnige wijze aangetoond, hoe belangrijk deze vaardigheid vergroot kan worden door regelmatige oefening en juiste keuze van het acoustische oefenmateriaal.

Op dezelfde wijze speelt ook de kwestie van de verschillende streektalen een rol. Patienten, die gewend zijn in eigen omgeving uitsluitend dialect te spreken en te horen, beschikken niet over een gemiddelde verstaanvaardigheid voor het Nederlands, waardoor de waarde van het onderzoek in dergelijke gevallen geringer wordt. In de streektaal verandert niet alleen de phonetische waarde van de klinkers, maar ook zijn de accenten karakteristiek en kan de frequentie van voorkomen van de medeklinkers anders zijn.

Bij het luisteren naar een vreemde taal, die we niet volledig beheersen, treedt het begrip verstaanvaardigheid duidelijk naar voren.

HUIZING vermeldt, dat bij het begin van zijn recent

verblijf in Amerika, na meting in verschillende centra, zijn spraakverstaanbaarheidsdrempel voor spondaeën in de Engelse taal, 8 db. boven normaal bleek te liggen, ondanks een normaal drempelaudiogram. Het discriminatieverlies was toen 26%. Vier maanden later bleek het drempelverlies verdwenen te zijn; maar er was toen nog een discriminatieverlies van 18% aanwezig.

De verklaring hiervan moet gezocht worden in het ontbreken van voldoende zuivere centrale klankbeelden voor enige typische Engelse phonemen.

But we find speech a very elusive
and variable affair when we attempt
to measure it with a meter.

HALLOWELL DAVIS.

HOOFDSTUK IV

SPRAAKAUDIOMETRIE

Het principe van de spraakaudiometrie is eenvoudig; bij de uitvoering doen zich echter allerlei moeilijkheden voor ⁶⁴⁾. In de vorm, waarin de spraakaudiometrie thans gebruikt wordt, is zij voor het eerst op grote schaal toegepast bij de verzorging van de slechthorenden der Amerikaanse strijdkrachten in de laatste wereldoorlog.

Het is vreemd, dat de huidige belangstelling voor de spraakaudiometrie zo laat gekomen is, daar het belang van een directe meting van de functie van het spraakgehoor voor de hand ligt. De pogingen om uit het drempelaudiogram een percentage van het spraakgehoorverlies te berekenen zijn er door op de achtergrond geraakt.

§ I. *Geschiedenis.*

Nadat in 1877 THOMAS ALVA EDISON de phonograaf had uitgevonden, lag het voor de hand dat er spoedig een onderzoeker op het idee zou komen om dit instrument te gebruiken voor het onderzoek van de verstaanbaarheid voor spraak.

In 1904 heeft S. H. BRYANT ⁶⁷⁾ reeds woordlijsten, opgenomen op een was-cylinder, aan hardhorenden aangeboden. Hij gebruikte geselecteerde éénlettergrepige woorden op een constant niveau opgenomen, maar hoe hij dit controleerde wordt niet vermeld. Via gummislangen werd het geluid van de hoorn van de phonograaf naar de oren van de patient geleid. De intensiteit van het geluid werd met een klepsysteem in de slang geregeld. De kwaliteit van de weergave was echter slecht en deze pogingen zijn dan ook in het vergeetboek geraakt.

Later kwam het gramfoonmodel en ontstond het type

zoals we dit thans gebruiken. Dit instrument is reeds lang in gebruik bij het onderwijs aan zwaar slechthorende kinderen in doofstommeninstituten ⁴⁵⁾).

De grondlegger van de eigenlijke spraakaudiometrie is HARVEY FLETCHER van wie de in 1926 ontwikkelde Western Electric 4A Audiometer stamt. Dit toestel staat nu bekend onder het codenummer 40. Dit is een gramfoon met electro-magnetische pick-up, waaraan 20 tot 40 kop-telefoons kunnen worden aangesloten en dus speciaal geschikt voor groepsonderzoek. Als proefmateriaal gebruikte men oorspronkelijk series van drie, later van twee getallen, die met een afzwakking van 3 db. per serie op een gramfoonplaat zijn opgenomen. Een aparte db.-afzwakker is nu dus niet nodig. Het gehoorverlies voor de aangeboden getallen kon zo gemeten worden tot een waarde van 30 db. Bij verliezen groter dan 30 db. werd een versterker en decibellafzwakker tussen gramfoon en koptelefoon geschakeld, terwijl dan gebruik gemaakt werd van een gramfoonplaat, waarop de getalgroepen niet waren afgezwakt.

Daar de telefoonindustrie zich in hoge mate interesseerde voor de spraakverstaanbaarheid van haar systemen, is vooral van deze zijde in de laatste 25 jaren een enorme hoeveelheid experimenteel werk gedaan. In Amerika concentreerde zich dit werk in de Bell Telephone Laboratories, in Duitsland waren het de geluidsingenieurs van de Siemens en Halske Werke, die zich met deze materie bezig hielden.

De otologische diagnostiek kon hiervan in hoge mate profiteren. MACFARLAN ⁴⁵⁾ geeft in een uitnemend overzicht de historische ontwikkeling van de Engelse woordlijsten voor het onderzoek van het spraakgehoor. *)

§ 2. *Principe van de spraakaudiometrie.*

We bieden spraak als prikkelmateriaal aan, dat via een versterker en een decibellafzwakker op verschillende intensiteitsniveau's aan de proefpersoon wordt aangeboden. Door de stand van de decibellafzwakker te wijzigen

*) In ons land is door KÖSTER in 1947 een mededeling gedaan betreffende de spraakverstaanbaarheid en het gebruik van dergelijke woordlijsten voor de beoordeling van hoorprothesen.

kunnen we het punt bepalen, waarop 50% van de aangeboden spraakeenheden goed verstaan wordt. Hierbij wordt het aangeboden alleen dan beschouwd als te zijn goed verstaan, wanneer de proefpersoon het prikkelwoord (c.q. zin of tekst) in zijn geheel juist weer geeft. Op deze wijze stellen we eerst de gemiddelde drempelwaarde voor een groot aantal normale oren vast, om vervolgens de bij een slechthorende onder gelijke omstandigheden gevonden waarden daarmee te kunnen vergelijken. Het verschil in decibellwaarde, dat hierbij te voorschijn komt kan gebruikt worden als maatstaf voor het spraakgehoorverlies.

Om een vollediger beeld van het spraakgehoor te krijgen is het op deze manier dus ook mogelijk de bij de verschillende intensiteitsniveau's behorende percentages vast te stellen en in een grafiek uit te zetten.

a. Methode van onderzoek en apparatuur.

Het blokschema in fig. 4 geeft een vereenvoudigde opstelling van de apparatuur, zoals die voor dit doel gebruikt kan worden. In de Amerikaanse centra zijn er in het algemeen twee verschillende methoden tot ontwikkeling gekomen:

1. Het prikkelmateriaal is van te voren vastgelegd, b.v. op gramfoonplaten (recorded voice).

2. Het prikkelmateriaal wordt door de onderzoeker zelf via een microfoon aan de proefpersoon aangeboden (live voice).

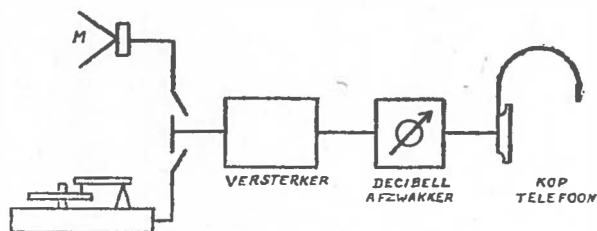


Fig. 4.

ad. 1. Het op een gramfoonplaat vastleggen van het prikkelmateriaal vereist een speciale techniek; immers de intensiteitsspreiding van de verschillende spraakeenheden onderling mag niet te groot zijn, als we het deze

op verschillende intensiteitsniveau's aan de proefpersoon willen aanbieden. Het is daarom nodig bij het snijden van deze platen de intensiteit van het gesprokene op een constant niveau te houden, zonder het karakter van de spraak geweld aan te doen (monitored voice).

Het verdient daarom aanbeveling, dat de spreker enige ervaring bezit in het moduleren van zijn stem, terwijl het gewenst is van te voren te oefenen in het uitspreken van de vast te leggen tekst. Een contrôle met een geluids-niveaumeter is daarbij een dringende vereiste, omdat bij de meest geoefende spreker, zoals b.v. bij een radio-omroeper, de spraaksterkte nog over een band ter breedte van 8—10 db. schommelt.

ad 2. Bij deze methode controleert de spreker door middel van een z.g. V.U.meter, dit is een volume unit meter met een schaal geijkt in decibell, de sterkte van ieder door hem gesproken woord. Een te zacht of te luid uitgesproken woord, hetgeen ook bij de geoefende onderzoeker zo nu en dan voorkomt, wordt bij de resultaten buiten beschouwing gelaten.

Deze laatste methode heeft het voordeel, dat een beter contact met de proefpersoon mogelijk is; men kan b.v. dan desnelheid, waarmee de woorden elkander opvolgen enigszins aanpassen aan de reactiesnelheid van de proefpersoon. De vastgelegde stem heeft echter het voordeel, dat de methode nauwkeurig reproduceerbaar prikkelmateriaal oplevert.

De van de microfoon of pick-up afkomstige spraaktrillingen worden via een versterker met een vlakke karakteristiek en een in decibell geijkte afzwakker door middel van een telefoon of luidspreker aan de proefpersoon aangeboden.

De proefpersoon zit daarbij in een geluidsarme kamer, terwijl de onderzoeker óf ter plaatse, dan wel via een „talk back“-systeem in een belendende ruimte de antwoorden controleert.

b. Practisch gebruik van de meetresultaten.

HARVEY FLETCHER is de eerste geweest, die bij een onderzoek in de Bell Telephone Laboratories naar de

kwiteit van telefoonverbindingen het verband tussen de gevonden verstaanbaarheidspercentages en de aangeboden intensiteiten in de z.g. articulatiecurve heeft vastgelegd (zie fig. 5). Bij deze gelegenheid is voor het eerst het woord „articulatie” gebruikt in de zin van „verstaanbaarheid”, zoals dit in Hoofdstuk III § 4 uitvoerig besproken is.

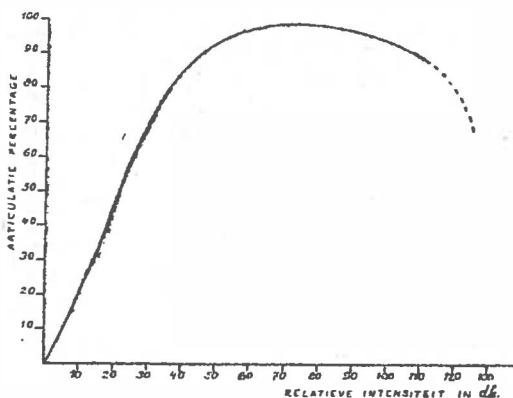


Fig. 5. Articulatiecurve volgens HARVEY FLETCHER ⁵⁸⁾.

Uit deze figuur zien we, dat het articulatiepercentage toeneemt, wanneer de intensiteit groter wordt totdat een zekere verzadiging bereikt is, hetgeen bij het normale oor op 100% valt.

De daarbij behorende intensiteit is het meest comfortabele niveau voor conversatiespraak voor normale oren in een rustige omgeving. Vergroot men de intensiteit verder, dan daalt bij het normale oor de verstaanbaarheid weer iets, hetwelk men verklaart door het ontstaan van z.g. subjectieve boventonen, die vervorming te weeg brengen. Fig. 5 laat zien, dat deze daling zeer gering is bij het normale oor.

In pathologische gevallen kan het gebeuren, dat de 100% verstaanbaarheid nimmer bereikt wordt, ook al maakt men de intensiteit nog zo groot. Er treedt een verzadiging van b.v. 80% op; we spreken dan van een *discriminatieverlies* (20% verlies van onderscheidingsvermogen).

Om op overzichtelijke wijze, bij pathologische gevallen, een volledig beeld te krijgen van het spraakgehoorvermogen van de patient, is door SILVERMAN en DAVIS het volgende diagram ontworpen.

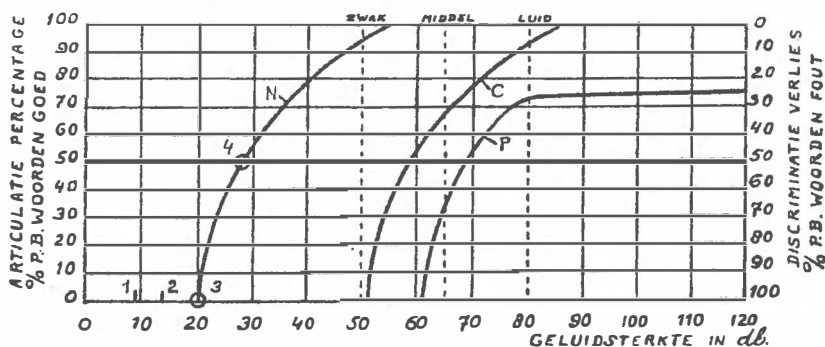


Fig. 6. Diagram van het articulatiegebied.

Op de horizontale as van deze grafiek is de intensiteit van de aangeboden spraak in decibells ten opzichte van het standaardniveau afgezet. Op de linker verticale as staat het percentage goed herhaalde woorden, terwijl ter rechter zijde het discriminatieverlies is uitgezet. Door middel van de stippelijnen zijn drie intensiteitsniveau's aangegeven. De ruimte begrensd door de twee buitenste van deze lijnen markeert het gebied, waarbinnen de normale spraakintensiteiten in ons dagelijks leven vallen (50—80 db.).

In verband met de duiding van de uitkomsten kunnen we vier drempelwaarden onderscheiden:

1. De *hoordrempel* (threshold of audibility). Op dit niveau wordt voor het eerst geluid waargenomen, zonder dat de aard van het geluid onderkend wordt. Deze drempel ligt voor spraak op ongeveer 9 db. boven het standaardniveau.
2. De *onderscheidingsdrempel* (threshold of detectability). Dit is het laagste intensiteitsniveau, waarop het gehoorde geluid als spraak wordt waargenomen, zonder dat de fonetische elementen onderscheiden kunnen worden.

Deze drempel ligt op ongeveer 13 db. boven het standaardniveau.

3. De *spraakgehoordrempel* (threshold of sensitivity). Dit is het voetpunt van de articulatiecurve, dus het niveau waarop voor het eerst één woord van een aangeboden woordlijst goed wordt nagezegd. Van een dergelijke lijst wordt dus het gemakkelijkst verstaanbare woord op deze drempel gehoord. Deze drempel ligt op ongeveer 20 db. boven het standaardniveau.
4. De *spraakverstaanbaarheidsdrempel* (threshold of speech-intelligibility). Dit is dat niveau, waarop 50% van de aangeboden spraakeenheden goed verstaan wordt, dus zonder fouten wordt weergegeven. Bij het in fig. 6 gegeven voorbeeld van een normale articulatiecurve (N), welke geldt bij het gebruik van gramfoonplaten (hierop komen wij later terug), is deze drempel 28 db. boven het standaardniveau gelegen.

Het gehele gebied rechts van deze curve N is door DAVIS en SILVERMAN het *articulatieveld* (articulation area) genoemd.

Het gebruik van een verstaanbaarheid van 50% als spraakgehoordrempel heeft het voordeel, dat wij in de regel te maken hebben met het steilste deel van de articulatiecurve, zodat de bijbehorende intensiteitsniveau's nauwkeurig kunnen worden bepaald. Bovendien is dit 50% niveau een afscheiding tussen het gebied, waarin het nog mogelijk is een verbonden tekst te verstaan en de daaronder gelegen niveau's, waarop het meer en meer onmogelijk wordt conversatiespraak te volgen. Daarom is in het articulatiegebied de horizontale lijn van de 50% verstaanbaarheid meer geaccentueerd.

Ter verduidelijking van het gesprokene, hebben wij in fig. 6 drie articulatiecurven weergegeven. Grafiek N stelt dus de normale curve voor; C is er een, waarbij de 100% verstaanbaarheid, zij het dan ook op een hoger intensiteitsniveau, eveneens bereikt wordt, terwijl wij in curve P een geval zien, waarbij slechts 75% verstaanbaarheid bereikt wordt. Behalve een verschuiving is hier dus ook een blijvend discriminatieverlies van 25%.

§ 3. *Prikkelmateriaal.*

Als prikkelmateriaal kan men gebruiken.

1. Eén-, meerlettergrepige of nonsenswoorden.
2. Op zich zelf staande zinnen.
3. Doorlopende tekst.

1a. Getallen.

FLETCHER gebruikte bij zijn reeds beschreven Western Electric Audiometer getallen in series van twee of drie. Van deze op gramfoonplaten opgenomen getallen neemt de intensiteit per serie met 3 db. af. Zo bestrijkt men op een gewone plaat van 30 cm een gebied van 33 db. en kan dus een gehoorverlies tussen 0 en 33 db. gemeten worden. Hij gebruikte de éénlettergrepige getallen 1-2-3-4-5-6-8. Het voordeel van deze methode is, dat de tekst toelaat kinderen te onderzoeken en dat door de goed afsluitende koptelefoons het onderzoek in een redelijk stil klasselokaal kan plaats vinden. Een groot bezwaar van deze methode is, dat, zodra de proefpersoon merkt dat alleen getallen worden aangeboden, het horen van een klinker alleen reeds voldoende is, om het getal te herkennen. Dit betekent dus tevens dat eigenlijk alleen het frequentiegebied van de zeven gebruikte klinkerphonemen bestreken wordt; de medeklinkers leggen eigenlijk geen gewicht in de schaal.

1b. Spondaewoorden.

Door HUDGINS en medewerkers zijn spondaewoorden gebruikt ⁶⁹⁾. Zij bieden de patient een lijst van 42 woorden aan van het spondaetype; dit zijn tweelettergrepige woorden, waarvan beide lettergrepen ongeveer gelijke nadruk hebben, b.v. blaasbalg, sluisdeur. Men is tot het gebruik van spondaewoorden gekomen, omdat gebleken is, dat de intensiteitsniveau's waarop ze verstaan worden voor de verschillende woorden onderling slechts weinig uiteenlopen. Dit houdt alzo verband met de ongeveer gelijke nadruk op elke lettergreep. In dit opzicht heeft de spondae een duidelijk voordeel boven andere tweelettergrepige woorden, zoals trochaeen (vâder, wâter) en iamben (gedrâg, bezít).

De spondaelijst heeft dus de eigenschap van „homogeen”

te zijn. Zodra de spraakgehoordrempel overschreden wordt, kan direct het grootste deel van de woorden verstaan worden. Dit brengt met zich mede, dat de curve een zeer steil verloop krijgt, waardoor het intensiteitsniveau van 50% verstaanbaarheid, dus de spraakverstaanbaarheidsdrempel, zeer scherp kan worden bepaald. De steilheid van de curve vormt hierbij een maat voor de homogeniteit van het gekozen testmateriaal.

Het onderzoek met spondaeën, in de Amerikaanse centra bekend onder de naam van Auditory Test No 9, wordt als volgt verricht ⁶⁸⁾.

Iedere lijst van 42 spondaewoorden wordt in series van zes, met een afzwakking van 4 db. per serie aangeboden. Hiermee bestrijkt men dus 28 db. Bij de „live voice”-methode is het veelal gebruikelijk ieder woord in te leiden door een zinnetje, om de aandacht van de patient van te voren te richten op de komende prikkel, de z.g. *draagzin* (carrier-phrase), zoals b.v. „nu komt”, „hier volgt”, „let op”. De geluidssterkte van deze draagzin wordt in tegenstelling met het prikkelwoord steeds op hetzelfde peil gehouden. Een contrôletoon van 1000 Hz. is op het begin van iedere gramfoonplaat vastgelegd, om de versterking van het systeem te kunnen regelen en controleren.

Een nadeel van de spondaelijsten is, dat ze niet representatief zijn voor de gewone gesproken taal, o.a. niet wat betreft het percentage klinkers-medeklinkers. Ook de grotere associatie-mogelijkheid maakt het moeilijker een juist inzicht te krijgen in de werking van het orgaan.

HARRIS heeft de bruikbaarheid van de spondaeën als prikkelmateriaal nagegaan voor de bepaling van discantdoofheden. Hij heeft daarbij gebruik gemaakt van z.g. low pass filters, dit zijn elektrische filters, die alle frequenties beneden 1000 Hz. ongehinderd doorlaten en de frequenties er boven afsnijden. Zo kan men bij normaal horenden een typische discantdoofheid nabootsen.

FLETCHER heeft in 1928 soortgelijke metingen verricht, waarbij hij gebruik maakte van dezelfde prikkelwoorden als waarmee hij de articulatie voor normale woorden bepaalde (pag. 31). Hij vond toen voor hetzelfde geval

(afsnijfrequentie 1000) een verlies van 58%. Hieruit blijkt duidelijk hoe groot de invloed van het prikkelmateriaal is op de uitkomsten van het onderzoek. Spondaewoorden kunnen dus nog betrekkelijk goed verstaan worden door patienten met een sterk gehoorverlies in de discantzone. Uit het bovenstaande blijkt dus, dat, terwijl spondaewoorden buitengewoon geschikt zijn voor drempelbepalingen, ze zich niet lenen voor de bepaling van het discriminatieverlies. In de appendix zijn een aantal van de door ons gebruikte spondaelijsten weergegeven.

Ten slotte laat fig. 7 nog zien op welke wijze de steilheid van de articulatiecurve zich wijzigt, als in de plaats van spondaeën (o-o) b.v. willekeurige tweelettergrepige woorden ($\Delta\Delta$) of éénlettergrepige woorden (...) worden aangeboden. De spondaecurve heeft in het steile deel een gemiddeld verval van 10% per decibell, terwijl dit voor de andere twee krommen resp. 5% en 4% per decibell bedraagt.

1c. Phonetisch gebalanceerde lijsten.

Het ligt het meest voor de hand woordlijsten aan te bieden, die zó zijn samengesteld, dat ieder phoneem daarin met het zelfde percentage voorkomt als in de gewone omgangstaal. Op dit principe zijn in het Psycho-Acoustic Laboratory van de Harvard University in 1940 lijsten opgesteld, die uit 50 éénlettergrepige woorden bestaan. Deze worden genoemd: *phonetisch gebalanceerde* lijsten (P.B.lijsten).

Er zijn éénlettergrepige woorden gebruikt om de spraak zoveel mogelijk te reduceren tot zijn elementen en om de associatiefactor, die zoals we al eerder zagen bij tweelettergrepige woorden direct veel groter is, zoveel mogelijk uit te schakelen.

Voor het Nederlands hebben we, uitgaande van deze principes, eveneens lijsten opgesteld, gebruik makend van de onderzoekingen van HUIZING en MOOLENAAR-BIJL (Hoofdstuk III § 2).

Voor het practisch gebruik moet het aantal woorden van de te gebruiken woordlijsten zo klein mogelijk zijn. Daarom is het doelmatig om klanken, die zeer weinig

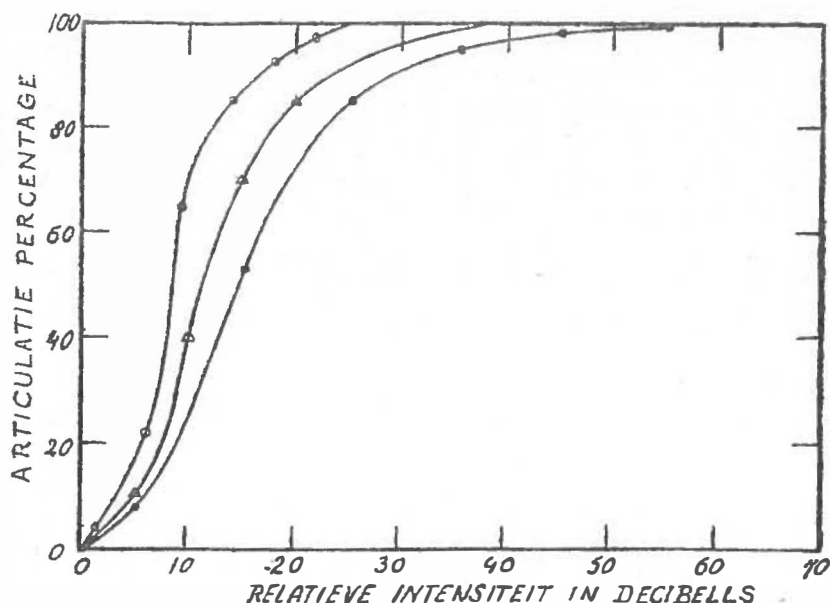


Fig. 7.

voorkomen buiten beschouwing te laten. Bovendien zijn deze percentages min of meer onnauwkeurig daar ze afhankelijk zijn van de toevallige keuze van de tekst. In onze woordlijsten, die aanvankelijk door R. BAKKER „hoorplankjes” werden genoemd, komen daarom geen klanken voor, waarvan het percentage beneden $\frac{1}{3}$ ligt. Er blijven dan 37 klanken over en om deze alle tenminste éénmaal te gebruiken, zijn in totaal 291 phonemen nodig. Dit is te bereiken met ongeveer 70 woorden.

Bij het opstellen van deze lijsten is er naar gestreefd zoveel mogelijk van één lettergrepije woorden gebruik te

maken. Daar echter de toonloze *e* maar in een paar monosyllaben is te verwerken, komen er, mede door het hoge percentage van deze klank in de Nederlandse taal (tabel pag. 22) meer tweelettergrepige woorden in voor dan met het oog op het associatievermogen eigenlijk wenselijk is. Zo zullen er in iedere lijst minstens 38 tweelettergrepige woorden voorkomen, daar het phoneem "ə" 38 keervoorkomt.

De woorden, die wij gekozen hebben voor onze phonetisch gebalanceerde woordlijsten, namen we uit een hoeveelheid éénlettergrepige woorden, overgenomen uit een gewoon woordenboek van de Nederlandse taal. Proefpersonen met weinig intellectuele kwaliteiten verwijderden uit deze lijsten alle woorden, die zij niet kenden. Op deze wijze kregen we een aantal zeer bekende woorden als keuze-materiaal. Aangezien het vinden van de sluitwoorden, die de uiteindelijke aanpassing van iedere lijst aan de percentages der phonemen volledig moet maken enige moeilijkheden oplevert, is het onvermijdelijk, dat iedere P.B.lijst één of twee minder frequent voorkomende woorden bevat. Er zijn gemakkelijk verstaanbare en moeilijk verstaanbare woorden, die we getracht hebben zó over de lijsten te verdelen, dat ze gelijk moeilijk of gelijk gemakkelijk zijn.

Naar analogie van de Amerikaanse lijsten, die bekend staan onder de naam „Harvard P.B. Lists”, noemen wij de onze de *Groninger P.B.lijsten*, waarbij P.B. een afkorting is van *Phonetische Balans*. Het woord „hoorplankje” is hiermee dus verlaten.

In de Appendix (pag. 125) zijn 10 van deze Groninger P.B.lijsten afgedrukt, genummerd P.B.lijst 1 tot en met 10.

Doordat in onze lijsten dus een groter aantal tweelettergrepige woorden voorkomt zijn deze iets gemakkelijker dan de Amerikaanse P.B.lijsten. Zoals we later (Hoofdstuk V) zullen zien, komt dit tot uiting in een groteresteilheid van de articulatiecurve.

We hebben niet kunnen vermijden, dat in enkele lijsten dezelfde woorden voorkomen. Dit is echter geen bezwaar; zelfs hindert het niet eenzelfde proefpersoon tweemaal dezelfde lijst aan te bieden, mits men zorg draagt dat de

tweede keer de volgorde van de woorden radicaal veranderd wordt. Zo kunnen we dus met onze 10 lijsten gemakkelijk 20 bepalingen doen.

De P.B.lijsten geven ons een veel beter inzicht in de spraakverstaanbaarheid van een slechthorende met een discantverlies dan de spondaewoorden dit doen. HARRIS heeft ook P.B.lijsten (Harvard lists) aangeboden aan normaal horenden bij wie door een 1000 Hz. low-pass filter een discantverlies was nagebootst. Met de P.B.lijsten bereikte hij een verzadiging van slechts 20%. In Hoofdstuk V hebben we een dergelijk geval beschreven. Om een discriminatieverlies te bepalen, zullen we dan ook alleen een P.B.lijst kunnen gebruiken.

Reeds enige malen hebben we er op gewezen, dat de normale articulatiekromme zo steil mogelijk moet verlopen, hetgeen immers een afspiegeling is van de homogeniteit van de gebruikte woordlijst. We zullen er dus naar moeten streven de woordlijsten zo homogeen mogelijk te maken, wat betreft de verstaanbaarheid. Het is algemeen bekend, dat twee woorden, die met precies gelijke intensiteit worden aangeboden, niet gelijkelijk verstaanbaar zijn. Door HARRIS is bepaald hoeveel elk woord van een op zo constant mogelijk niveau opgenomen woordlijst nog van dit niveau afweek. Door de lijst nog eens op te nemen, waarbij hij de spreiding ten opzichte van dit niveau met een voorgeschakelde weerstand zo goed mogelijk wegwerkte, kreeg hij een lijst, waarbij alle woorden met nagenoeg gelijke intensiteit waren uitgesproken. Als hij deze plaat aanbood aan een aantal proefpersonen, bleek de gemiddelde verstaanbaarheid niet beter te zijn geworden, d.w.z. de articulatiecurve verliep niet steiler. Daar deze z.g. heropname-techniek, waarbij dus de intensiteitsspreiding genivelleerd werd, niet het gewenste resultaat opleverde, heeft hij een soortgelijke methode toegepast om de spreiding van de verstaanbaarheid op te heffen. Hij bepaalde de gemiddelde verstaanbaarheid voor ieder woord door dezelfde lijst aan enige normaal horende proefpersonen aan te bieden op een aantal intensiteitsniveau's, die telkens met 2 db. verhoogd werden. Met de voorgeschakelde weerstand kon

hij de lijst nu meer homogeen maken ten opzichte van de verstaanbaarheid; het bleek, dat de kromme nu ook veel steiler verliep. De spreiding van de verstaanbaarheid liep van 42 db. terug op 26 db.

Bij de Nederlandse lijsten bleek geen behoefte te bestaan aan de heropname-techniek (Hoofdstuk V).

Enige onderzoekers maken gebruik van twee lijsten, waarvan de keuze der woorden gebaseerd is op de energie en frequentiekarakteristiek van hun fonetische elementen; de ene lijst bevat dan uitsluitend woorden uit de zona gravis en de andere uit de zona acuta. Voor de samenstelling van zulke lijsten hebben ERSNER en SALTZMAN ⁹⁰⁾ het trillingsgetal 2500 als scheidingsfrequentie gebruikt bij het indelen van de verschillende fonemen respectievelijk voor de bas- en discantwoorden. Op soortgelijke wijze heeft BEASLY ⁹²⁾ het trillingsgetal 1500 als basdiscantgrens genomen bij het samenstellen van zijn lijsten, welke ieder uit 10 éénlettergrepige woorden van het medeklinker-klinker-medeklinkertype bestaan. Bij dit laatste woordtype is de medeklinker-klinker verhouding dus 2, zodat een groot gewicht wordt toegekend aan de perceptie van de medeklinkers, zeer in tegenstelling met het onderzoek met behulp van getallen (pag. 33), waarvan het resultaat vooral berust op het klinkerhoren.

1d. Nonsenswoorden.

Het gebruik van nonsenswoorden, dat bij het onderzoek van de spraakverstaanbaarheid nog aanhangers vindt, stamt uit de laboratoria van de telefoonmaatschappijen, waar het alleen diende om de kwaliteiten van de verbindingsna te gaan. Het voordeel van nonsenswoorden is, dat men hiermee met een klein aantal woorden alle denkbare klankcombinaties kan vormen en dat men alle woorden gelijk moeilijk kan maken. De voorstanders van de nonsenswoorden menen het gebruik ervan te moeten verkiezen boven dat van bekende woorden, om de associatiefactor ^{72), 73)}, die ongetwijfeld een rol speelt bij het verstaan van bekende woorden, uit te schakelen en op die manier een zuiverder idee van de cochlea-functie te krijgen.

Uit dezelfde overwegingen gebruikt LEMP¹¹⁾ voor zijn spraakonderzoek ter beoordeling van de cochleafunctie bij de otosclerose nonsensspondaeën.

De meeste onderzoekers echter komen met MACFARLAN⁴⁶⁾ tot de conclusie, dat nonsenswoorden voor algemeen routine-onderzoek niet geschikt zijn.

1e. Zinnen.

Het gebruik van zinnen, vooral in de vorm van vragen en opdrachten, stamt uit het begin van het spraakaudiometrisch onderzoek. Ze zijn zo eenvoudig gehouden, dat ze voor nagenoeg iedere proefpersoon begrijpelijk zijn. Dit onderzoek, dat in Amerika bekend staat als Auditory Test No 12 en weinig intelligentie van de proefpersoon vereist, bestaat uit 8 lijsten met korte, eenvoudige, vragende of gebiedende zinnen, die met een enkel woord beantwoord kunnen worden. De zinnen zijn zó gemaakt, dat de inhoud een wat onverwachte wending krijgt. (zie appendix pag. 124)

In series van vier worden ze telkens met 4 db. afgezwakt, waardoor ze een gebied van 24 db. bestrijken. Alleen de eerste lijst bestrijkt een gebied van 36 db., waarbij dan de afzwakking geschiedt in stappen van 6 db. Dit is gedaan om het niveau te vinden, waarop men de volgende lijsten ongeveer moet aanbieden.

HARRIS³⁸⁾ vindt in het gebruik van zinnen dit voordeel, dat de intensiteitsspreiding geringer is en dus de meting nauwkeuriger is. Ook blijft de proefpersoon tijdens het onderzoek meer geïnteresseerd. Een nadeel is, dat er lange lijsten nodig zijn, daar een zin, in tegenstelling tot woorden, niet twee keer gebruikt kan worden. Immers een zin wordt veel gemakkelijker herinnerd dan een woord. Deze methode leent zich daarom beter voor de „live voice”. Deze soort zinnen zijn zeer geschikt gebleken voor het onderzoek van het spraakgehoor van patienten met een gehoorapparaat (zie appendix).

1f. Verbonden tekst.

FALCONER en DAVIS⁸⁵⁾ gaven in 1947 verbonden tekst aan als prikkel voor de bepaling van het spraakgehoor-

verlies (Threshold Index for Connected Discourse, T.I.C.D.).

De patient luistert naar een op constant niveau gesproken tekst en regelt zelf met een afstelknop van de afzwakker de sterkte van het gehoorde, tot dit juist nog als zodanig verstaanbaar is. Als tekst gebruiken zij een of ander commentaar van een bekend radiospreker met een gelijkmatige stem en een eenvoudige woordenkeus. Wij hebben hiervoor een opname van een nieuwsuitzending van het A.N.P. gebruikt.

Dit is een snellere, hoewel minder objectieve methode, die als voordelen heeft, dat het gezochte niveau gemakkelijker kan worden ingesteld en dat de proefpersoon meer geïnteresseerd blijft. Hij doet immers zelf actief mee en voelt zich vaak meer op zijn gemak als hij de regeling van de spraaksterkte zelf in handen heeft. Regelt de onderzoeker daarentegen zelf de sterkte van de aangeboden spraak, dan zien we bij sommige patienten een sterk emotionele factor optreden, daar zij in spanning zitten te wachten of zij de aangeboden spraak wel zullen kunnen horen (b.v. na een fenestratie).

De drempel voor verbonden tekst ligt ongeveer op het niveau, waarop de patient 25% van een Engelse P.B.lijst goed nazegt ⁸⁵⁾. Voor de Nederlandse P.B.lijst ligt dit tussen de 30 en 40%.

§ 4. *Pathologische articulatiecurven en discriminatieverlies.*

Aan het slot van de voorlaatste paragraaf hebben we gezien, dat er tot nu toe twee hoofdtypen van pathologische articulatiekrommen bekend zijn:

1. Het C-type, waarbij alleen van een verschuiving ten opzichte van de normale kromme sprake is (Conductive loss).
2. Het P-type, waarbij daaraan nog een discriminatieverlies is toegevoegd (Perceptive loss).

Het blijkt nu, dat het C-type steeds gepaard gaat met het klinische beeld van een zuivere geleidingsdoofheid, dus b.v. bij alle vormen van middenoorontsteking en stapesfixatie. Het P-type komt overeen met de verschillende vormen van perceptieaandoeningen.

Het bovengenoemde discriminatieverlies bij perceptiedoofheden kan twee oorzaken hebben:

1. Totale uitval van een deel van het klankspectrum.
2. Subjectieve vervorming van het luidheidspatroon.

ad 1. Een dergelijke totale uitval zien we zeer typisch bij het z.g. abrupte audiogram (fig. 8). In fig. 8 is het drempelaudiogram gegeven van een geval, waarin de lage tonen betrekkelijk normaal gehoord worden, doch waarin, te beginnen met het trillingsgetal 900, de z.g. afsnijfrequentie, de perceptie voor hogere trillingsgetallen abrupt afneemt, met een bovengrens op 1250.

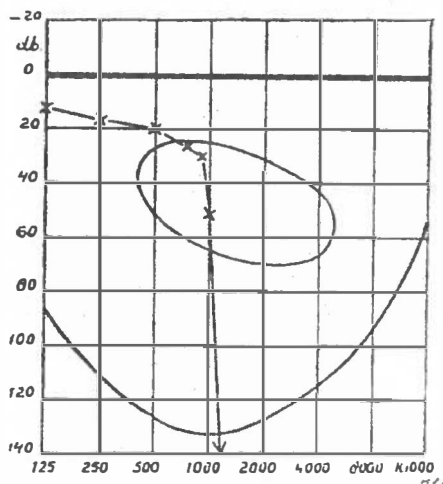


Fig. 8.

De hogere spraakcomponenten worden dus in het geheel niet gepercipieerd.

In fig. 9 A en B zien we nu hoe een normaal klankspectrum (A) van een willekeurige klinker verminkt wordt (B) door deze abrupte uitval. In het hier gegeven voorbeeld blijft de hoofdfonant nog hoorbaar, maar de nevenfonant is verdwenen. Het is duidelijk, dat daardoor de onderlinge herkenbaarheid van de spraakklanken belangrijk vermindert en dat daarvan een discriminatieverlies, gepaard gaande met een verzadiging in de articulatiecurve, het

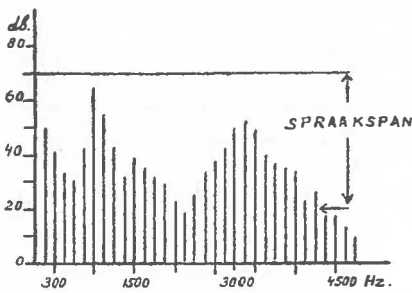


Fig. 9 A.

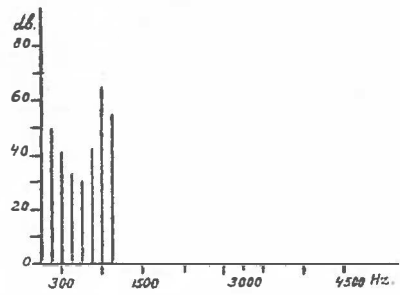


Fig. 9 B.

gevolg is. Deze uitval is nimmer door middel van een prothese te verhelpen. In het volgende hoofdstuk komen we nader op dit geval terug.

In de vorige paragraaf kwam reeds een onderzoek van H. FLETCHER in dit verband ter sprake, omdat men door middel van elektrische filters abrupte audiogrammen kon nabootsen. In tabel 6 zien we in de eerste kolom de doorgelaten frequentiebanden, in de volgende de bijbehorende percentages van de overgebleven geluidsintensiteit en in de laatste kolom het verstaanbaarheidspercentage. Uit deze tabel zien we dat de verstaanbaarheid veel sneller afneemt dan de intensiteit, wanneer we de afsnijfrequentie laten dalen van 4000 tot 500. Blijkbaar is de verstaanbaarheid in hoofdzaak gebonden aan de waarneming in de midden- en discantzone, terwijl de geluidsintensiteit aan de bascomponenten gekoppeld is.

doorgelaten frequentiegebied	% intensiteits- verlies	% verstaanbaarheid
0—4000 Hz.	98	89
0—3000 Hz.	95	86
0—2000 Hz.	90	75
0—1000 Hz.	83	40
0— 500 Hz.	60	5

Tabel 6. Invloed van de afsnijfrequentie op de intensiteit en de spraak-verstaanbaarheid.

Zoals we in het volgende hoofdstuk zullen zien, zijn er echter nog andere factoren, die invloed hebben op de verstaanbaarheid, waardoor men in abrupte gevallen van slechthorendheid met overeenkomstige afsnijfrequenties in de praktijk andere uitkomsten verkrijgt.

ad 2. Abnormale luidheidsverhoudingen van de spraakcomponenten zullen in de eerste plaats ontstaan, wanneer het gehoorverlies niet voor alle trillingsgetallen gelijkmatig is. Bij een audiogram van het „glijdende” type b.v. waarbij dus de lage tonen min of meer normaal gehoord worden en de hoge componenten sterk verzwakt zijn, ontstaan vervormde luidheidspatronen, ook al verloopt de luidheidsfunctie voor intensiteiten vlak boven de pathologische drempel normaal.

Vaak zal men in het bovengenoemde geval gelijktijdig het regressiesymptoom kunnen waarnemen. We hebben reeds gezien (pag. 27) dat door het regressieverschijnsel de spraakspan gecomprimeerd wordt, waarbij de mate van compressie afhankelijk is van de snelheid van de regressie⁴⁹⁾.

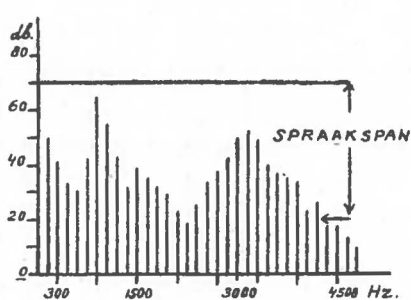


Fig. 10 A.

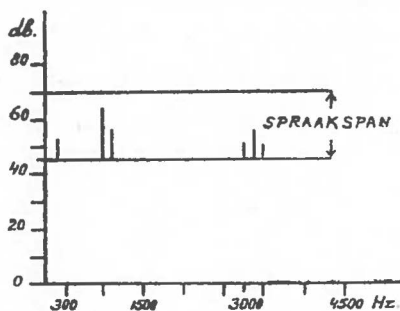


Fig. 10 B.

In fig. 10 A zien we weer het spectrum van dezelfde spraakklank als in fig. 9 A. Is er nu een uniform drempelverlies van 45 db., dan zullen slechts enkele sterke componenten een supraliminale prikkel veroorzaken. De formant hiervan behoeft slechts weinig, of wellicht in het geheel geen versterking (snelle regressie), om met normale luidheid gepercipieerd te worden; de zwakke componenten

daarentegen blijven practisch alle subliminaal. In zo'n geval zal er dus een discriminatieverlies ontstaan, omdat de spraakklanken ook nu van hun fijnere structuur ontdaan zijn, al draagt de verminking een ander karakter als in fig. 9 B. Zodra we iets meer versterken, overschrijden ook de zwakkere componenten de pathologische drempel, maar gelijktijdig zal ten gevolge van de regressie de luidheidswaarneming van de formanten normaal blijven. De waargenomen spraak is nu onaangenaam luid, terwijl een wanverhouding ontstaat tussen de onderlinge luidheidsverhouding der componenten; het luidheidspatroon is totaal vervormd. We weten uit ervaring, dat dit soort pathologische luidheidsfunctie een sterk discriminatieverlies kan veroorzaken en dus ernstige moeilijkheden geeft bij het aanpassen van een hoorprothese.

We mogen daarom verwachten, dat met deze vernauwde spraakspan een meer of minder scherp begrensd optimum-niveau voor de spraakverstaanbaarheid gepaard gaat. Hierop komen we in het volgende hoofdstuk nader terug.

§ 5. *De sociale validiteit.*

In gevallen van slechthorendheid is het van groot practisch nut te weten in hoeverre een slechthorende normale conversatie nog op redelijke afstand kan volgen. Dit is onder meer voor keuringen van grote betekenis. Het gaat hier dus om de „*sociale validiteit*” van de slechthorende. SILVERMAN en DAVIS hebben met de spraakaudiometrie een methode ontwikkeld om met behulp van de articulatiecurve deze validiteit in een getalwaarde uit te drukken (social adequacy index)^{79), 96)}.

Zij nemen daarvoor het gemiddelde articulatiepercentage op drie vaste intensiteitsniveau's, nl. bij 55, 70 en 85 db. Deze drie niveau's kunnen nl. representatief geacht worden voor respectievelijk zwakke, middelsterke en luide spraak.

In fig. 11 zien we twee articulatiecurven, C en P. In geval C is de validiteitsindex (V.I.) dus: $(46 + 80 + 96) \cdot \frac{1}{3} = 74$, terwijl in geval P de uitkomst $(0 + 37 + 74) \cdot \frac{1}{3} = 37$ is.

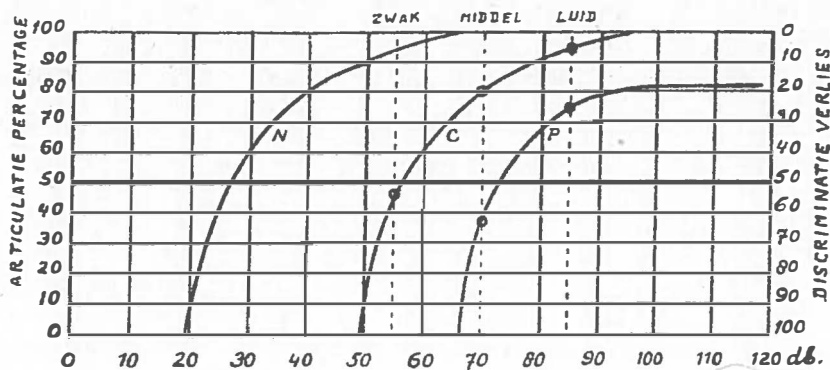


Fig. 11. Articulatiekrommen van een willekeurige geleidingsdoofheid (C) en binnennoordofheid (P).

Passen we deze berekening op de normale articulatiecurve toe, dan is de uitkomst bijna 100; een verlies van ongeveer 5 wordt hierbij niet als een afwijking beschouwd. Als minimum eis van de index van de sociale validiteit hebben SILVERMAN en DAVIS een waarde van 33 genomen, dit wil zeggen, dat de patient gemiddeld $\frac{1}{3}$ van de woorden van een P.B.lijst hoort.

Fig. 12 geeft ons in een grafiek het verband tussen de validiteitsindex en het drempelverlies voor de spraakverstaanbaarheid. Zolang de V.I. niet onder 74 daalt zijn er praktisch geen moeilijkheden. Beneden 74 beginnen deze langzaam aan te komen en als men beneden 67 komt kan een prothese eigenlijk niet meer gemist worden, ook al is het permanent gebruik ervan nog niet direct noodzakelijk. Het grensgebied van 74 tot 67 komt volgens fig. 12 overeen met een drempelverlies voor de spraakverstaanbaarheid van 30 à 35 db., terwijl van de aangeboden woorden van een P.B.lijst $\frac{3}{4}$ à $\frac{2}{3}$ goed verstaan wordt. Bij een V.I. van 33, door SILVERMAN en DAVIS beschouwd als de grens van de sociale validiteit, bedraagt het drempelverlies van de spraakverstaanbaarheid 44 db. Volgens hen wordt het gehoor sociaal geheel onbruikbaar bij een V.I. van 15 ⁹³).

Wanneer we nu een geval veronderstellen met een normale luidheidsfunctie (C-type), dan is het mogelijk om

een vergelijking te maken tussen de validiteitsindex en het gewone drempelaudiogram voor zuivere tonen.

Immers de drempel voor zuivere tonen moet dan voor zover de spraakzone betreft, ongeveer evenveel verschoven

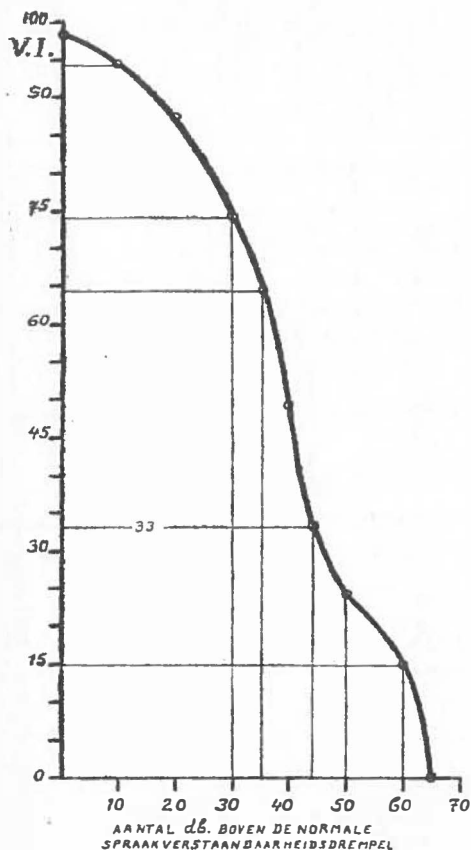


Fig. 12.

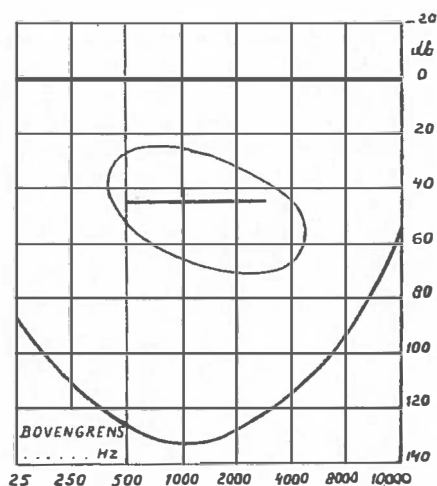


Fig. 13.

zijn als de spraakverstaanbaarheidsdrempel. De drempel-curve getekend op 44 db. (fig. 13) komt dus overeen met een V.I. van 33. De in deze figuur aangegeven spraakzone wordt hierdoor nagenoeg in twee gelijke delen verdeeld. Een dergelijke vergelijking mag niet gemaakt worden bij gevallen met een pathologische luidheidsfunctie.

Al wie dit leest of hoort,
Men wil hier niet op honen.
Vooroordeel afgelegd,
Kan ligt een fout verschonen.

*„Onpartijdige opmerkingen over
de tegenwoordige toestand van
Nederland 1748”.*

HOOFDSTUK V

EIGEN ONDERZOEK EN GEVONDEN RESULTATEN

§ 1. *Gebruikte apparatuur en techniek van onderzoek.*

In Hoofdstuk IV § 2a, is reeds het principe besproken volgens welke de spraakaudiometrie praktisch verricht wordt. De opstelling, zoals die voor ons onderzoek gebruikt is, is aangegeven in het blokschema van fig. 14.

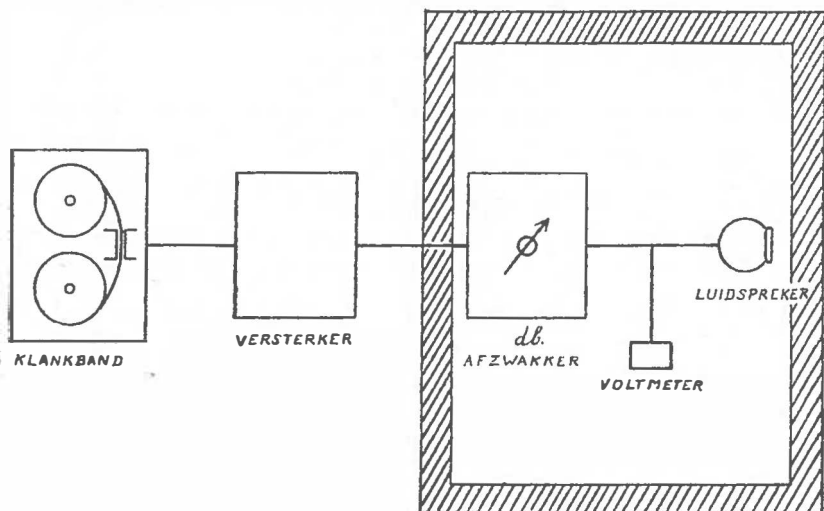


Fig. 14.

Als geluidsbron doet daarbij dienst een „tape-recorder”, waarbij de prikkelwoorden permanent op een z.g. geluidsband zijn vastgelegd. De hiervan afgenomen trillingen worden via een versterker naar een geluidsarm vertrek geleid, waar de prikkel met behulp van een decibellaf-

zwakker en een gesloten luidsprekersysteem aan de patient wordt aangeboden.

a. Geluidsbron.

De geluidsreproductietechniek beschikt heden ten dage over drie methoden:

1. Mechanische of phonographische methode.
2. Photographische of geluidsfilmmethode.
3. Magnetische methode.

Aanvankelijk maakten we gebruik van de eerste methode. We sneden onze eigen gramfoonplaten (type Gevaert) in het, in de Keel-, Neus- en Oorheekundige Kliniek gevestigde phonologisch Instituut (Dir. Prof. Dr G. A. VAN ES *)). Voor het afdraaien van deze platen werd gebruik gemaakt van een elektrische draaitafel met lichtgewicht pick-up, die het Philips' laboratorium zo vriendelijk was ons ter beschikking te stellen.

Naderhand zijn we overgegaan tot de onder 3 genoemde methode, welke verschillende voordelen biedt, daar de tweede methode wegens de hoge aanschaffingskosten niet in aanmerking kwam.

Voor het principe van dergelijke recorders kunnen we teruggaan tot de voor het eerst in 1899 door VALDEMAR POULSEN aangegeven methode om geluidstrillingen langs magnetische weg vast te leggen (Methods and apparatus effecting the storing up of speech or signals by magnetically influencing magnetizable bodies).

De hieruit ontwikkelde „wire-recorder”, waarbij van een bewegende staaldraad werd gebruik gemaakt, is opgevolgd door het „band-model”. Hierbij gebruikt men een papier of plastic lint, bedekt met een dun laagje ijzeroxyde, hetwelk als magnetisch materiaal dienst doet. Deze band beweegt met een constante snelheid door het inducerende magneetveld (fig. 15).

Bij het opnemen van het geluid is de z.g. „opnamekop” in gebruik. Deze staat onder invloed van een ultrasonore oscillator, die de vóórmagnetisatie van de band verzorgt,

*) DRS A. SASSEN, werkzaam in dit laboratorium, zeggen we hartelijk dank voor zijn gewaardeerde medewerking. 111)

terwijl gelijktijdig ook de microfoontrillingen hun invloed doen gelden. Voor deze vóórmagnetisatie gebruikt men een ultrasonore draagtrilling (b.v. 50000 tr./sec.), waarvan het trillingsgetal dus belangrijk groter is dan dat van de spraaktrilling. De ervaring heeft namelijk geleerd, dat het ruisniveau van dergelijke recorders belangrijk lager ligt bij deze wijze van vóórmagnetisatie. De trillingspatronen van het aldus aangeboden geluid worden in het ijzeroxyde

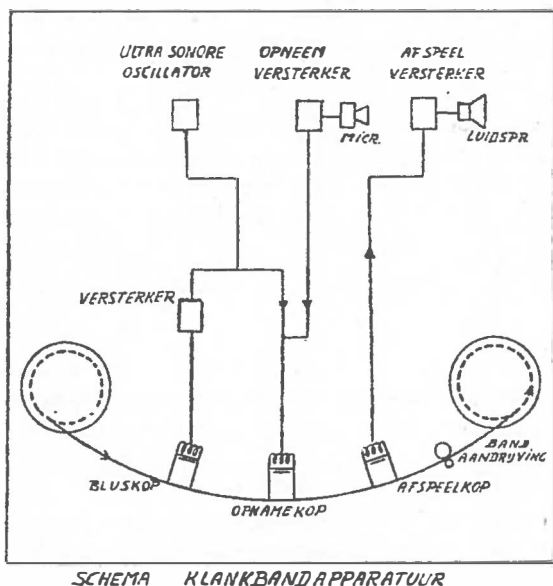


fig. 15. Blokschema van de klankbandapparatuur.

vastgelegd en kunnen zo bewaard blijven. Een op deze wijze besproken band kan talloze malen worden afgespeeld, zonder dat het ruisniveau hinderlijk stijgt, zoals bij grammofoonplaten het geval is. Daarvoor laat men de band langs de z.g. afspeelkop bewegen, waarna de trillingen via een versterker door de luidspreker worden gereproduceerd. Als het vastgelegde prikkelmateriaal verder niet meer gebruikt wordt, kan men de band demagnetiseren. Dit geschiedt automatisch, omdat bij een hernieuwde opname de band eerst de z.g. „bluskop” passeert. Ook deze bluskop verwekt een ultrasonoor veld, hetgeen echter zo sterk is,

dat alle vroegere magnetische effecten daardoor geheel verdwijnen.

De bandrecorder geeft een zeer natuurgetrouwe geluidswaergave, in het bijzonder bij gebruik van plastic band en bij voldoende snelheid van het aandrijfsysteem. Door gebruik te maken van de bluskop kan men ook bepaalde prikkelwoorden „uitvegen” en door nieuwe vervangen en bovendien kan men door montage van verschillende delen een band van elke gewenste samenstelling maken.

De voordelen van de klankbandapparatuur kunnen als volgt worden samengevat:

1. Eigen opname- en montage-mogelijkheid van het gewenste prikkelmateriaal.
 2. Opnamefouten kunnen gemakkelijk gecorrigeerd worden.
 3. Mogelijkheid om geluidsprikkels te mengen, b.v. voor maskering.
 4. Gunstiger signaal-ruis verhouding.
 5. Betere geluidskwaliteit.
 6. Op een band met een speeltijd van een half uur kan men ongeveer zeven Nederlandse P.B.lijsten zonder onderbreking aanbieden. Daarmee wordt het hinderlijke en tijdrovende wisselen van gramfoonplaten vermeden.
- b. Weergave-systeem.

Als versterker hebben we een 20-Watt Multiper-versterker met vlakke karakteristiek gebruikt. De afgegeven geluidsintensiteit kan geregeld worden met een afzonderlijke in decibell geijkte afzwakker. Hiervoor stond ter onzer beschikking een *M. P. Pedersen* dubbel-attenuator, bestaande uit twee afzonderlijke afzwakkers, elk met een schaal van 140 db. in stappen van 1 db. Op elke afzwakker kan een gesloten luidsprekersysteem worden aangesloten, zodat elke gewenste geluidsintensiteit aan de proefpersoon kan worden aangeboden, zowel monauraal als binauraal. Met behulp van een *General Radio* geluidsniveaumeter kan de geluidsintensiteit onmiddellijk vóór het oor van de proefpersoon gemeten worden, terwijl tevens een Voltmeter als controle van de uitgangsintensiteit kan worden ingeschakeld.

Het hier gebruikte gesloten luidsprekersysteem behoort bij de *M. P. Pedersen Audiometer* en bestaat uit twee metalen bollen met een diameter van 20 cm. en ingebouwde luidspreker. De bollen, waarin een rond gat is gemaakt, afgezet met een rubber windring, worden onder constante druk rondom de oorschelp tegen het hoofd gedrukt. Bij deze methode is het luchtvolume dus belangrijk groter dan bij een gewone koptelefoon.

De metingen werden verricht in een camera silentia, waarin de dubbele afzwakker eveneens is opgesteld.

c. Techniek van het onderzoek.

De patient wordt zoveel mogelijk op zijn gemak gesteld en heeft tijdens het onderzoek de beschikking over een comfortabele stoel in de geluidsarme kamer. De gang van zaken van het onderzoek wordt hem duidelijk uitgelegd. Het is van het grootste belang, dat de proefpersoon er van doordrongen is, dat hij direct moet nazeggen wat hij hoort, hoe vreemd het gehoorde hem ook in de oren mag klinken. Als hij gaat nadenken over een woord, waar hij niet zeker van is, schiet zijn attentie voor het volgende woorder bij in. Intellectuele proefpersonen neigen hier eerder toe dan zij met een eenvoudiger verstandelijke instelling.

Ter orientatie wordt eerst een stukje tekst aangeboden, waarvan de patient moet aangeven op welk niveau hij nog juist alles kan volgen. Dit heeft twee voordelen:

1. Een globaal inzicht in het gehoorverlies schept n.l. de mogelijkheid om de eerste P.B.lijst, welke aangeboden wordt, terstond een voor de te vinden articulatiecurve bruikbaar intensiteitsniveau te geven.
2. Het verminderen van de hooronoplettendheid ⁶⁶⁾ (attention deafness, gemis aan „Horchbereitschaft”). Eris geen enkele methode, waarbij de hooronoplettendheid beter aan het licht komt dan bij de spraakaudiometrie. Bij presbycusis en verouderde vormen van slechthorendheid, waarbij een drempelverlies voor spraakverstaanbaarheid van meer dan 50 db. bestaat, zien we vaak een gebrek aan oplettendheid. We moeten dan de woorden met een tamelijk hoge intensiteit aanbieden, voordat de patient zich psychisch instelt op

spraakverstaan. Na een 10- tot 20-tal woorden te hebben laten horen, kan de intensiteit verlaagd worden, soms wel 15 db. Dit soort „opwarmen” menen we bereikt te hebben met het stukje tekst vóór de eigenlijke woordlijsten.

De antwoorden van de patient worden met een sleutel lijst gecontroleerd. Als regel wordt de eerste P.B.lijst aangeboden met de maximale intensiteit van onze apparaatuur, te weten 100 db. Het belang hiervan is, dat we nu direct zijn ingelicht over een mogelijk discriminatieverlies. Vervolgens bepalen we de articulatiepercentages op enkele lagere niveau's, zo mogelijk op de normale niveau's van zwakke, middelsterke en luide spraak. Met de spondael lijst bepalen we tenslotte het nulpunt van de articulatiecurve, dus de intensiteit, waarbij het gemakkelijkste woord gehoord wordt.

§ 2. Normale articulatiecurve voor de Groninger P.B.lijst.

Om te beginnen hebben we de normale articulatiecurve bepaald door onze P.B.lijsten aan te bieden aan een groot aantal normale oren en van de gevonden uitkomsten het gemiddelde te nemen. Als proefpersonen dienden medische studenten (20 tot 30 jaar), wier drempelaudiogram geen grotere afwijking dan 5 db. van het gemiddelde normale niveau vertoonde. Deze curve is eerst bepaald voor onze, op gramfoonplaten opgenomen P.B.lijsten (voor 150 oren) en later op dezelfde wijze voor de klankband (voor 50 oren). De resultaten zijn vastgelegd in fig. 16 A en B.

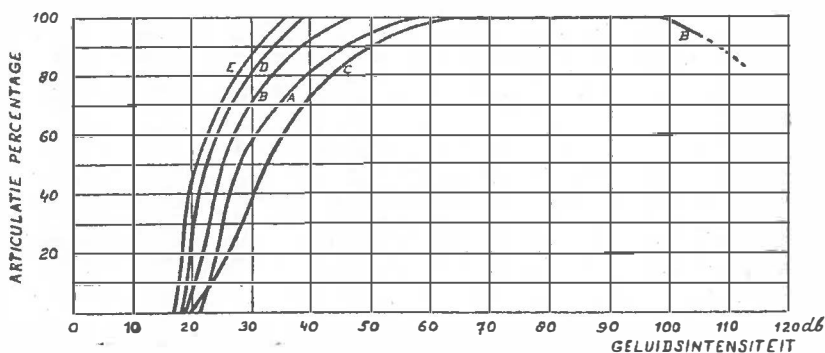


Fig. 16.

We zien, dat de kromme begint op het intensiteitsniveau van ongeveer 20 db., in het begin snel stijgt, terwijl de articulatiepercentages bij hogere intensiteiten veel langzamer toenemen. Bij zeer hoge intensiteiten (100—110 db.) nemen de articulatiepercentages weer iets af als gevolg van subjectieve distorsie (subjectieve boventonen). Bij de normale articulatiecurve, verkregen met de klankband, bestaat er dus een intensiteitsband van ongeveer 50 db. (99—48 db.), waarbij het articulatiepercentage onveranderd 100% is. Vergelijken we de gewone *Groninger* articulatiecurven (A en B) met die voor de Harvard P.B.lijsten van WALSH, SILVERMAN en DAVIS (C), dan blijken onze beide krommen steiler te verlopen. Dit moet verklaard worden door het grotere aantal twee-lettergrepige woorden in de Groninger lijsten (Hoofdstuk IV, § 3c). Curve B verloopt nog weer steiler dan de gramfoonkromme (A.) Dit komt omdat, zoals in de vorige paragraaf reeds was opgemerkt, de signaal-ruisverhouding en daardoor de geluidskwaliteit van de klankband beter is. Tenslotte stellen de krommen D en E de articulatiecurven voor, voor spondaeën als testwoorden, respectievelijk opgenomen op gramfoonplaat en klankband.

Het opgaande deel van curve B strekt zich uit over een intensiteitsband van $28\frac{1}{2}$ db. ($48-19\frac{1}{2}$), terwijl dit bij curve A 37 db. ($58-21$) bedraagt.

Deze spreiding is ongeveer gelijk aan die, welke HARRIS met toepassing van de heropname-techniek voor verstaanbaarheid bereikt (26 db.). De steilheid van de curve van Groninger P.B.lijsten is dus zodanig, dat met curve B voldoende nauwkeurige gegevens te verkrijgen zijn, zonder toepassing van een heropname techniek.

Behalve de Amerikaanse P.B.-curve zijn we in de literatuur nog tegengekomen die van de Engelse onderzoekers ¹⁵⁾, ⁹⁴⁾, en die van TATO en zijn medewerkers voor het Rio de la Plata-Spaans ¹⁰⁵⁾. Deze Spaanse curve is nagenoeg even steil als de Nederlandse, daar TATO voor de bepaling van het articulatiepercentage phonetisch gebalanceerde spondaelijsten gebruikt. In het Spaans komen nl. te weinig monosyllaben voor om een voldoende aantal P.B.lijsten te kunnen samenstellen.

Ook in Denemarken is men met spraakaudiometrie begonnen. Van de hand van CHR. RØJSKJÆR (Odense) is hierover een proefschrift verschenen, dat ons echter nog niet ter beschikking staat. De door hem gebruikte woordlijsten zijn van het consonant-klinker-consonant (CKC) type. De klinker-medeklinker verhouding is dan dus $1\frac{1}{2}$. Een ander door hem gebruikt type woordlijst bestaat eveneens uit éénlettergrepige woorden, die echter alle drie medeklinkers bevatten (CKCC), zodat de klinker-medeklinker verhouding $1/3$ bedraagt.

§ 3. *Pathologische articulatiecurven bij verschillende vormen van slechthorendheid.*

In Hoofdstuk IV § 4 hebben we een onderscheid gemaakt tussen twee soorten articulatiecurven: het *C-type* (zuivere geleidingsdoofheid) en het *P-type* (perceptie-aandoening).

De resultaten van ons onderzoek hebben aangetoond, dat het aanbeveling verdient bij de perceptie-aandoeningen een speciale groep afzonderlijk te beschouwen, nl. die, waarbij het regressiesymptoom een overwegende invloed op de vorm van de kromme uitoefent. Dit type, dat in de literatuur nog niet eerder beschreven is en door een optimum (Hoofdstuk IV § 4) gekenmerkt wordt, hebben we het *R-type* genoemd. Hierop komen we in de volgende paragraaf uitvoerig terug.

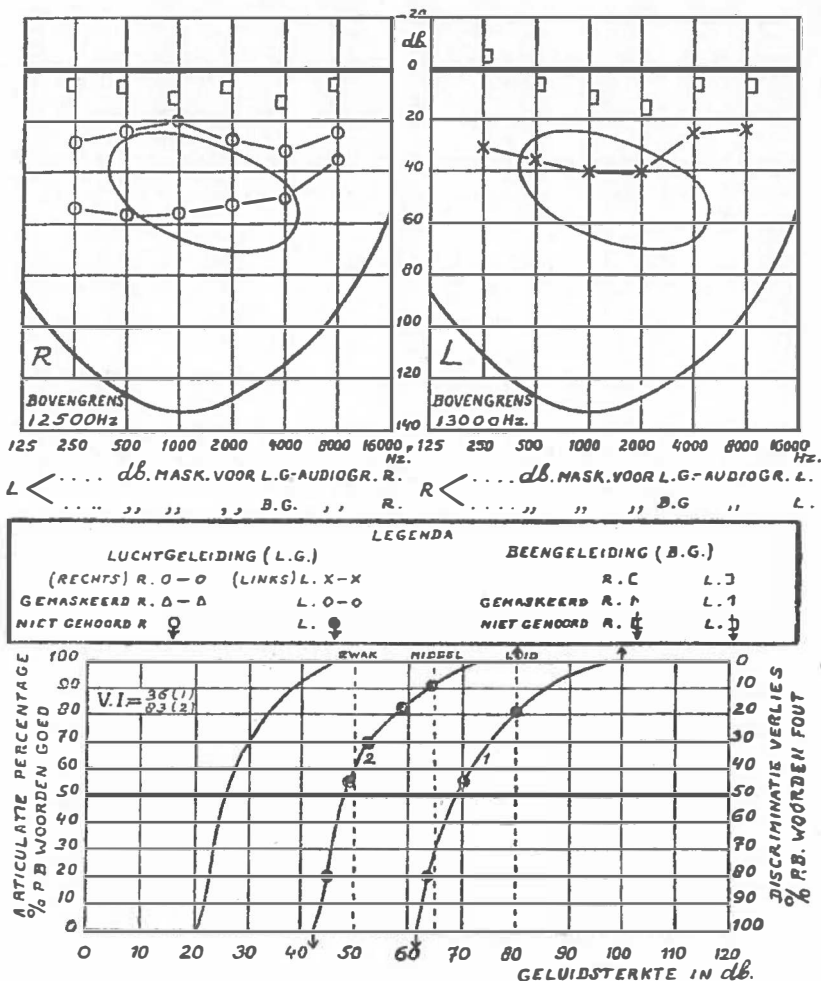
a. *Articulatiecurven van het C-type.*

In fig. 16 zien we bij wijze van voorbeeld een articulatiecurve van het C-type bij een geval van otosclerose vóór en na fenestratie. De ziektegeschiedenis is als volgt:

Patient I. ♀ geb. 19-6-1930.

A n a m n e s e. Ongeveer twee jaar geleden merkte patiente, dat zij slechthorend werd. Dit openbaarde zich eerst rechts, een jaar later werd ook de gehoorscherpheid links minder.

In Januari 1949 werd een nierextirpatie rechts verricht, wegens hydronephrose t.g.v. een intermitterende ureterafknikking door een anomalie in het verloop van de arteria renalis (Dr BREDERODÉ).



Status praesens (24-2-'50).

Oren: Uitwendige gehoorgangen nauw, trommelvliezen rechts en links intact, dof en iets ingetrokken.

Mond en keel: Gaaf gebit, toestand na tonsillectomie (1941).

Neus: Rhinoscopia anterior: normaal beeld.

Rhinoscopia posterior: vergroot adenoid.

De Rinne was beiderzijds positief; de Schwabach niet verkort en de Weber niet gelateraliseerd.

De tubae Eustachii zijn doorgankelijk, geen gehoorsverbetering na doorblazen volgens *Politzer*.

Op 17-3-'50 wordt een groot adenoid verwijderd.

Uit het drempelaudiogram, dat in het bovenste deel van fig. 17 is afgebeeld, blijkt dat we te maken hebben met een geleidingsdoofheid. Diagnose: *Klinische otosclerose*.

Daar patiënte voor een operatie gevoelt, wordt een spraakaudiogram gemaakt, hetwelk in het onderste deel van dezelfde figuur is weergegeven voor het rechter oor van de patiënte. Kromme 1 geeft het verloop van de articulatiecurve vóór (3-4-'50) en grafiek 2 hetzelfde een maand na de operatie (20-5-'50). We zien, dat er vóór de operatie rechts een verlies bestaat voor de spraakverstaanbaarheidsdrempel van 43 db. Er is geen discriminatieverlies. De pathologische articulatiecurve verloopt identiek aan de normale kromme.

20-4-'50. Fenestratie van de rechter horizontale booggang (Dr SMELT). Operatie en postoperatief beloop normaal.

Het blijkt, dat er door de operatie een winst is bereikt van 21 db. (43—22) voor de spraakverstaanbaarheidsdrempel. Uit het *vervolgaudiogram* (follow-up), dat in fig. 17 voor verschillende toonhoogten is te zien lezen we, dat de verkregen winst betrekkelijk stabiel is gebleven; dit komt ook overeen met het laatstgemaakte spraakaudiogram, waarbij nog een winst van 19 db. aanwezig bleek (23-11-'50).

De V.I. vóór de operatie was 36, een maand erna is deze 83.

Patiënte is zeer tevreden en voelt zich sociaal weer volkomen valide.

Aangezien het zeer tijdrovend was, om nauwkeurig het intensiteitsniveau vast te stellen, waarbij de curve de waarde van 100% articulatie bereikt, is veelal volstaan met een steekproef op een voldoende hoog niveau, om met zekerheid vast te stellen, dat er geen discriminatieverlies bestaat. Dit niveau is in de figuur dan steeds aangeduid door een pijltje op de 100%-lijn. In fig. 17 ziet men een dergelijk pijltje bij 80 en 100 db.

We zien dus, dat er een verlies voor de drempel van spraakverstaanbaarheid is blijven bestaan van 24 db. Als we dit verlies nagaan bij de acht laatst gefenestreerde otosclerosen in onze kliniek, dan blijkt deze verliesrest te schommelen tussen 21 en 36 db.

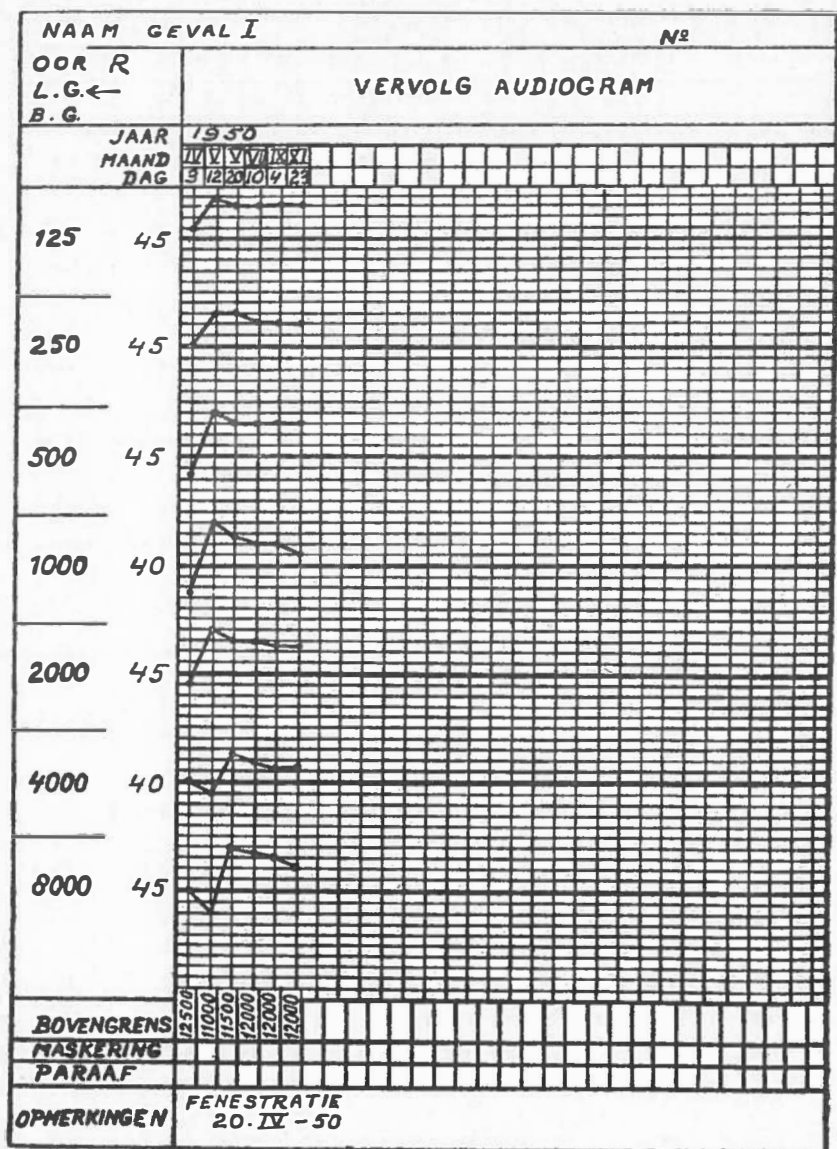


Fig. 18.

In het gunstigste geval blijft derhalve altijd een verliesrest, die een orde van grootte van 20 db. heeft. Deze rest wordt verklaard door het feit, dat de impedantie-aanpassing, welke bij een normaal oor enerzijds tussen de gehoorbeentaken en de cochlea en anderzijds ten opzichte van het uitwendige medium (lucht in de uitwendige gehoorgang) bestaat, door een fenestratie niet hersteld wordt.

De verliesrest na fenestratie komt in ons voorbeeld overeen met de door DAVIS en WALSH ⁹⁶⁾ gegeven getallen.

Dit is in overeenstemming met de uitkomsten van het onderzoek, dat VAN EUNEN ¹⁰⁹⁾ bij duiven verricht heeft (trommelvlies extirpatie) en met de resultaten van het onderzoek door WEVER en LAWRENCE ¹¹⁰⁾ op katten uitgevoerd. In beide gevallen wordt het gemiddelde verlies aan gevoeligheid ten gevolge van de aangebrachte laesie op 28 db. gesteld. De bouw van het middenoor, zowel van de kat als van de duif, stemt zozeer overeen met dat van de mens, dat wel mag worden aangenomen, dat voor de mens analoge waarden verwacht kunnen worden. DAVIS en WALSH ⁹⁶⁾ achten het daarom ook redelijk, dat na de best mogelijke fenestratie er steeds een verlies van gevoeligheid van tenminste 20 db. zal blijven bestaan.

Uit dit voorbeeld (Pat. I) zien we, dat de articulatiecurve vóór en na fenestratie een gelijkvormig verloop heeft. Ditzelfde vonden we ook voor een acht-tal andere gevallen van fenestratie, hetwelk niet in overeenstemming is met de spraakaudiometrische resultaten, verkregen door DICKSON en CHADWICK ⁹⁴⁾ bij door hen onderzochte fenestratiegevallen. Zij vonden n.l. dat hun postoperatieve curven niet altijd identiek waren aan die, gemaakt voor de operatie. In sommige gevallen bleek een plateau in de articulatiecurve aanwezig te zijn; in andere gevallen werd een „dip” gevonden op een intensiteitsniveau van 80 à 90 db. Genoemde onderzoekers geven echter daarbij niet aan, hoeveel tijd er sinds de operatie verlopen was, noch of deze anomalieën in de articulatiecurven een blijvend karakter hebben.

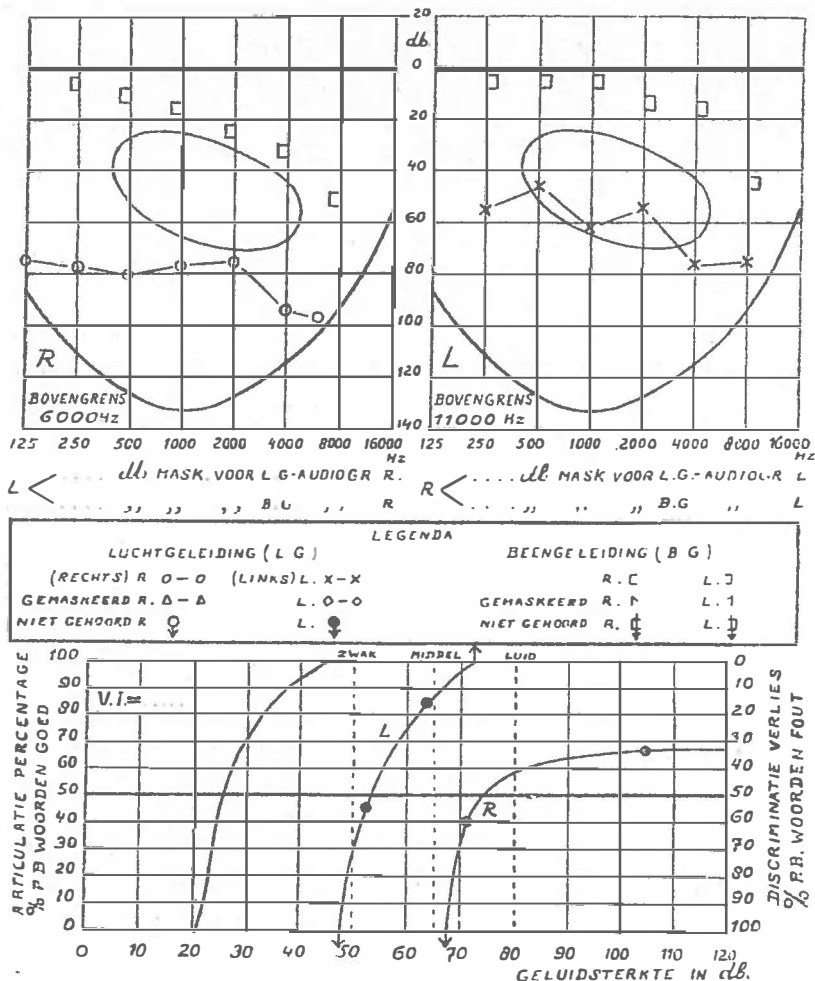


Fig. 19.

Van hoe groot belang het is om eventuele kandidaten voor een fenestratieoperatie spraakaudiometrisch te onderzoeken, blijkt uit het volgende.

Door een zeer ervaren oorarts was in het hieronder beschreven geval voorgesteld, om over te gaan tot fenestratie van het rechter oor. De indicatie was gesteld op de drempelaudiogrammen van deze patiente.

De ziektegeschiedenis van dit geval is:

Patiënte II. ♀ geb. 1905, dorpsnaaister.

A n a m n e s e. Sinds 1933 is patiënte op onze polikliniek bekend, waar ze behandeld is voor een chronische middenoorontsteking links.

S t a t u s p r a e s e n s.

Oren: Rechts: Dof en intact trommelvlies, geen littekens.

Links: Grote perforatie, onder nog een klein randje trommelvlies, weinig niet stinkend secreet.

Zowel uit de drempelaudiogrammen als uit de articulatiecurve blijkt, dat het linker oor belangrijk beter is dan het rechter. Een discriminatieverlies van 32 % rechts vormt echter een contra-indicatie voor een fenestratie van dat oor.

Het vóórkomen van articulatiecurven van het C-type blijft niet beperkt tot gevallen van otosclerose en andere middenooraandoeningen, maar ontmoet men ook in bepaalde gevallen, waarbij sprake is van een zuivere binnenoordeofheid. Zoals reeds door HUIZING ⁵¹⁾ is opgemerkt, kunnen dergelijke binnenoordeofheden, die van het niet-regressieve type zijn, opgevat worden als een vorm van geleidingsdeofheid. In dergelijke gevallen ziet men meestal, dat het drempelverlies niet groter is dan 40 à 50 db. Als het proces, waaraan de slechthorendheid ten grondslag ligt echter voortschrijdt, dan ontstaan veelal degeneratieverschijnselen, welke duidelijk met regressie gepaard gaan. Het volgende geval, waarbij het verlies voor beengeleiding ongeveer even groot is als voor luchtgeleiding, is er een voorbeeld van.

Patiënte III. ♀ 54 jaar, huisvrouw.

A n a m n e s e. Patiënte is reeds enkele jaren slechthorend; ze heeft geen last van oorsuizen, ze is niet duizelig. De klachten begonnen links maar zijn nu ook rechts aanwezig. Patiënte heeft moeite gesprekken in een gezelschap te volgen; eveneens kan zij sprekers op vergaderingen of op het toneel niet volgen.

S t a t u s p r a e s e n s.

Oren: Trommelvliezen intact, fraaie reflexen.

Neus en keel: normaal beeld.

De Rinne is beiderzijds positief, de Schwabach verkort, de Weber niet gelateraliseerd.

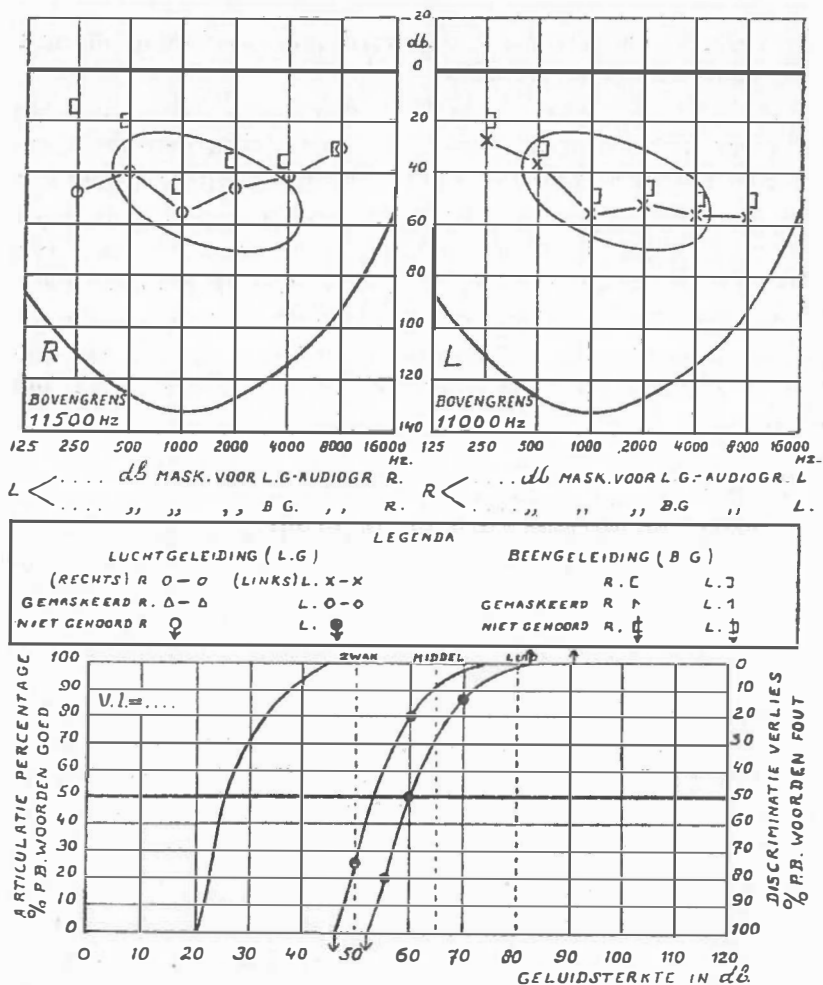


Fig. 20.

Uit het drempelaudiogram (fig. 20) zien we, dat er een verlies bestaat van gemiddeld 45 db. aan het rechter oor, terwijl dit links van 35 db. bij 500 Hz. toeneemt tot 57 db. bij 4000 Hz.

Het spraakaudiogram geeft een verlies voor de spraak-verstaanbaarheidsdrempel van 27 db. rechts en 34 db. links. De V.I. zijn resp. 72 en 56. Er bestaat geen discriminatie-verlies, aangezien bij resp. 80 en 90 db. 100% articulatie

is gemeten. De pathologische krommen verlopen identiek aan de normale articulatiecurve.

Uit het voorgaande is reeds voldoende gebleken, dat het spraakaudiometrisch onderzoek een waardevolle aanvulling betekent van het gebruikelijke drempelonderzoek. Uit de twee nu te beschrijven gevallen van gemengde doofheid blijkt, dat vooral de articulatiecurven ons een juister inzicht kunnen geven. Terwijl het drempelonderzoek, zowel voor lucht- als voor beengeleiding ons ongeveer de zelfde uitkomsten verschaft, kwamen bij het spraakaudiometrisch onderzoek duidelijke verschillen aan het licht.

Patient IV. ♀ 32 jaar, huisvrouw.

A n a m n e s e. Patiente komt in September 1950 op onze polikliniek met klachten van slechthorendheid, die ongeveer een jaar zouden bestaan. Aan het linker oor is de gehoorscherpthe meer afgenomen dan aan het rechter. Soms heeft ze links last van oorsuizen, welk verschijnsel nu niet aanwezig is. Ze heeft voor zover ze weet nooit uitvloed gehad uit de oren.

S t a t u s p r a e s e n s.

Oren: Trommelvliezen rechts en links intact, iets dof, niet ingetrokken.

Neus en keel: normaal beeld, de tubae Eustachii zijn goed doorgankelijk.

De Rinne is beiderzijds negatief; de Schwabach is verkort en de Weber wordt naar rechts gelateraliseerd.

Het audiogram (fig. 21) toont rechts een verlies van ongeveer 60 db. in de spraakzone; links is dit 70 db. Hoewel de Rinne negatief is, is de drempel voor beengeleiding belangrijk verhoogd. We hebben hier dus ook te maken met een binnenooraandoening.

Spraakaudiometrisch zien we voor het rechter oor een verlies voor de spraakverstaanbaarheidsdrempel van 35 db.; er is echter geen discriminatieverlies. Links bedraagt het verlies 42 db., met een klein discriminatieverlies (5%). Deze vrouw heeft dus nog bij voldoende versterking een normale spraakverstaanbaarheid, hetgeen we uit het toondrempelaudiogram misschien niet vermoed zouden hebben.

Een totaal ander beeld zien we in fig. 22 (Pat. V). De toondrempelaudiogrammen verschillen slechts weinig

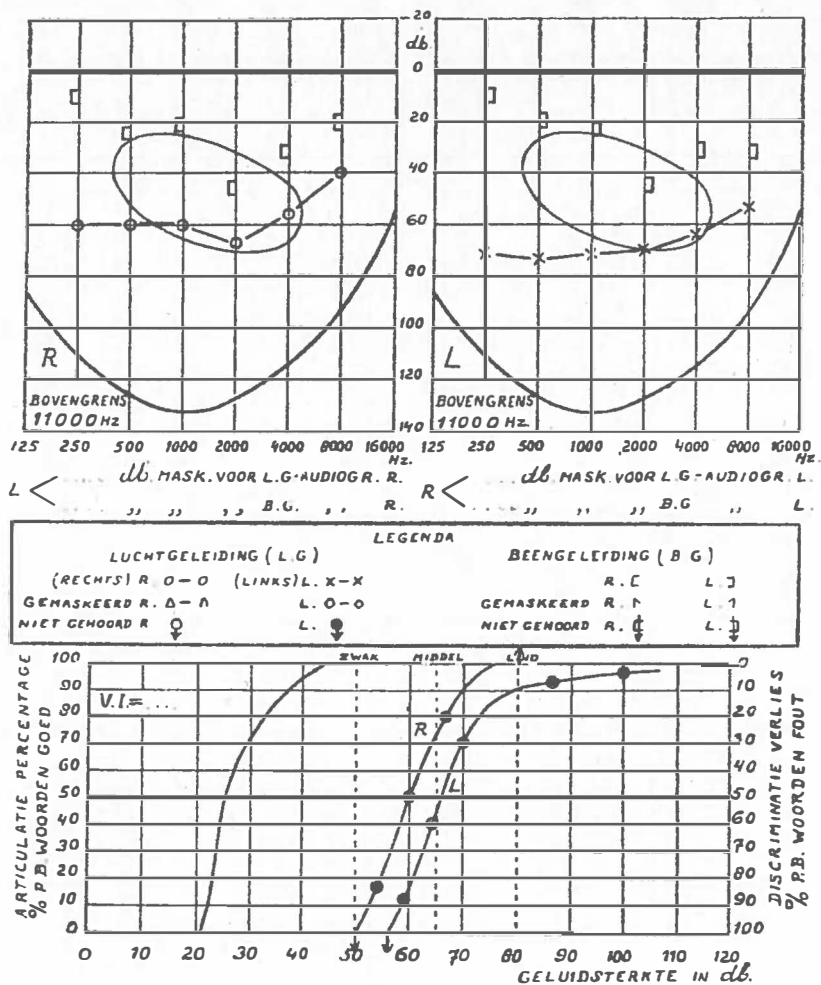


Fig. 21.

van het vorige geval (fig. 21); de articulatiecurven daarentegen vertonen een duidelijk discriminatieverlies, zodat het defect niet door adaequate versterking volledig kan worden gecompenseerd. De ziektegeschiedenis is als volgt:

Patient V. ♀ 44 jaar, huisvrouw.

A n a m n e s e. Sinds haar 25ste jaar is patiente slechter gaan horen. Na iedere partus (2 maal) werd het gehoorverlies duidelijk groter. Veel last van oorsuizen, vooral rechts. Het linker oor is subjectief het beste.

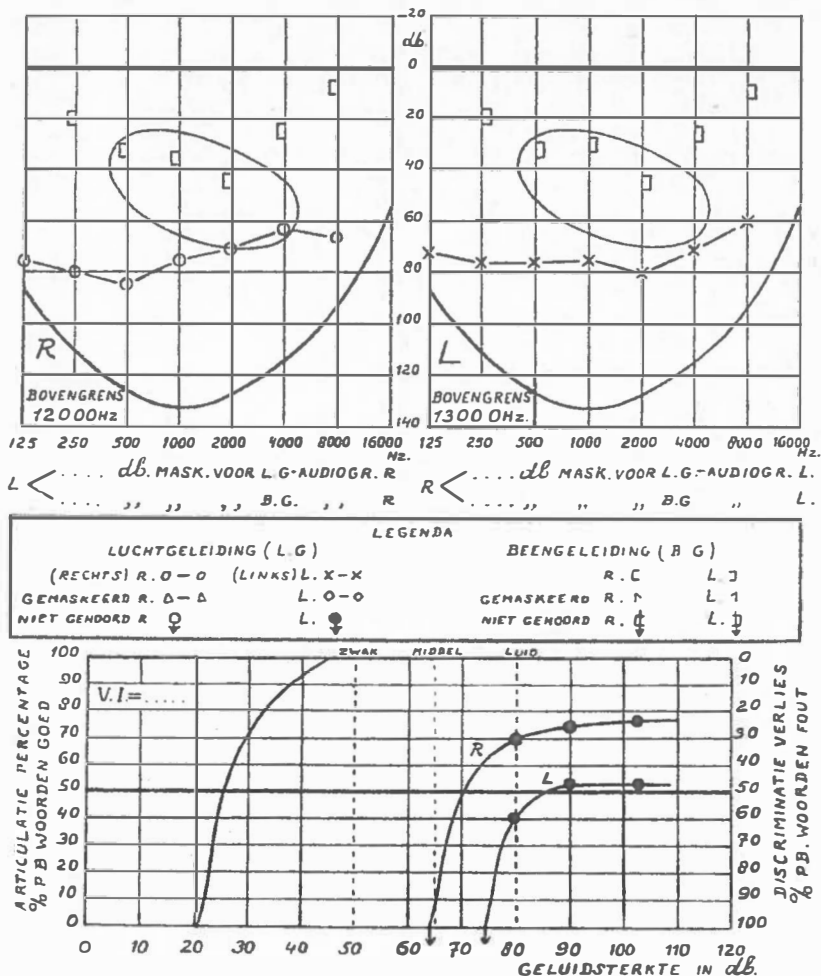


Fig. 22.

Nooit uitvloed uit de oren gehad. In de familie geen gevallen van slechthorendheid.

Status praesens.

Oren: Trommelfliezen rechts en links intact, iets rose doorschemerend.

Neus en keel: normaal beeld.

Rhinopharynx: normaal beeld.

De Rinne is beiderzijds negatief; de Schwabach is voor 512 iets verkort, terwijl de Weber naar links wordt gelateraliseerd.

b. Articulatiecurven van het P-type.

In Hoofdstuk IV § 4 zijn articulatiecurven van het P-type, die kenmerkend zijn voor perceptieaandoeningen, besproken. We zullen nu systematisch enkele typen van dit soort aandoeningen behandelen, gerangschikt overeenkomstig de hieronder aangegeven vormen van drempel-audiogrammen.

1. Gehoorverlies tengevolge van overmatig lawaai, hetzij door chronische inwerking, dan wel door acute beschadiging, b.v. ten gevolge van een explosie.
2. Glijdend type (b.v. presbycusis).
3. Komvormig type.
4. Abrupt verlopend karakter met verschillende afsnij-frequenties.

ad. 1.

Zoals in dergelijke gevallen veelal gezien wordt ligt de selectieve inzinking ongeveer bij 4000 Hz. Deze z.g. c⁵dip is echter niet gebonden aan het frequentie-niveau van 4000 tr./sec., maar beweegt zich tussen 2500 en 7000 Hz.

Patient VI. ♂ 45 jaar, scheepshellingwerker.

A n a m n e s e. Patient werkt van zijn twintigste jaar af op een scheepstimmerwerf. De laatste 15 jaar heeft hij last van slechthorendheid, vooral aan het linker oor. De slechthorendheid neemt maar weinig toe. Patient zegt nooit uitvloed uit zijn oren gehad te hebben.

S t a t u s p r a e s e n s.

Oren: Trommelveizen rechts en links ingetrokken, kalkvlekken.

Neus: Toestand na conchotomie rechts.

Mond en keel: Normaal beeld.

De Rinne is beiderzijds positief; de Schwabach is voor 512 niet verkort, terwijl de Weber naar links gelateraliseerd wordt.

In fig. 23 zien we een voorbeeld van een chronische lawaai-inwerking bij een scheepshellingwerker. De ziekte-geschiedenis is als volgt:

De articulatiecurve bereikt nog de 100% verstaanbaarheid, maar verloopt *niet meer geheel gelijkvormig* aan de normale kromme, zodat hier niet meer van het C-type

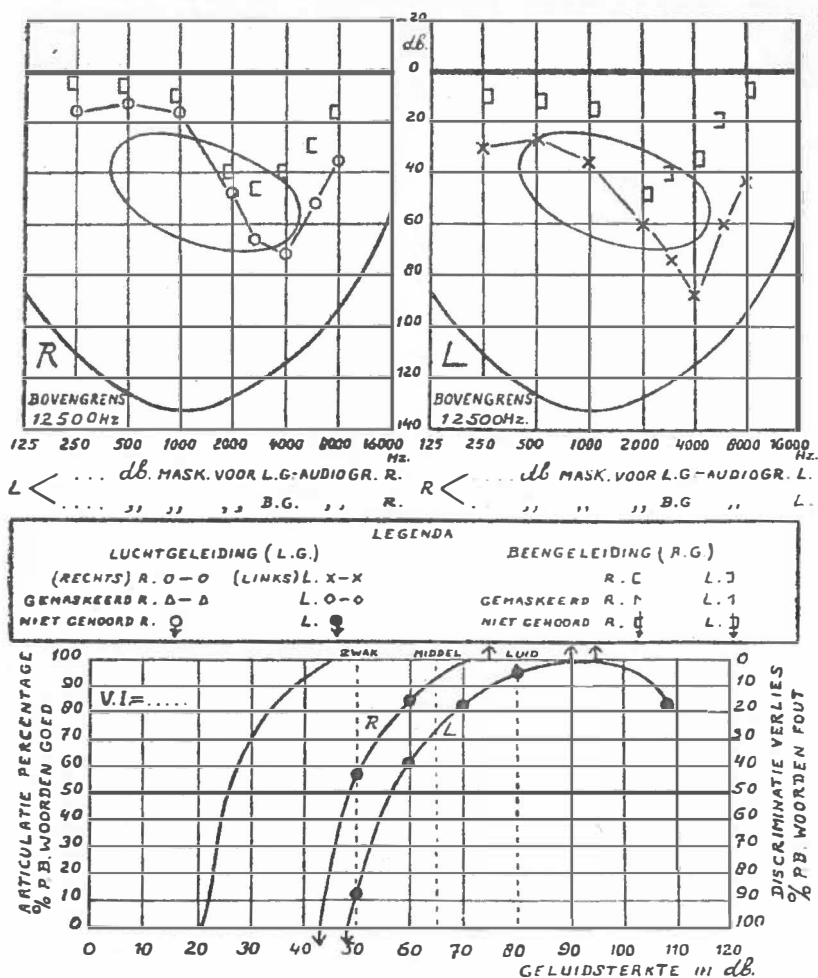


Fig. 23.

kan worden gesproken. Behalve de verschuiving naar rechts zien we nl. dat het bovendeele een veel vlakker verloop krijgt. Hierdoor is het gebied van 100% articulatie sterk versmald nl. tot een band van ongeveer 5 decibell. Zoals reeds op pag. 77 vermeld is, bedraagt deze intensiteitsband voor het normale oor ongeveer 50 db. (99—48 db.). Bij de articulatiecurven van het C-type zien we eveneens een intensiteitsband van 100% verstaanbaarheid, die een breedte heeft van een dergelijke orde.

Naarmate het perceptieve karakter van het gehoorverlies toeneemt zien we dat deze band steeds smaller wordt, zodat de curve tenslotte de 100% verstaanbaarheid niet meer bereikt. Dan is er dus een discriminatieverlies.

In het volgende geval zien we een ernstiger defect, zoals het drempelaudiogram in fig. 24 laat zien. De typische „dip”phase is hier reeds gepasseerd. De ziektegeschiedenis is als volgt:

Patient VII. ♂ 58 jaar, klinker op een scheepshelling.

Anamnese. Patient werkt sinds zijn 18de jaar op een scheepshelling, waar hij voornamelijk belast is met klinken. Langzamerhand is hij meer en meer hardhorend geworden. De laatste tijd heeft hij klachten van duizeligheid, waarvoor hij hulp zoekt.

Status praesens.

Oren: Trommelvliezen intact, normale reflex rechts en links.

Neus en keel: Normaal beeld.

Labyrinthonderzoek: Levert geen aanknopingspunten voor de duizeligheid.

De Rinne is beiderzijds positief; de Schwabach is voor 512 niet verkort, voor 2048 echter sterk verkort, terwijl de Weber niet gelateraliseerd wordt.

De articulatiekromme is een typische P-curve, met een verzadigingseffect (discriminatieverlies 40%). In dit voorbeeld zien we verder, dat de verschuiving van de spraakgehoordrempel slechts 22 db. bedraagt. Dit wordt blijkbaar verklaard door het feit, dat het gehoor van de patient in de baszone bijna normaal is (fig. 24).

ad 2.

In fig. 25 zien we een glijdend audiogram, zoals dat o.a. voorkomt bij gevallen van presbycusis. Hieronder volgt een typische ziektegeschiedenis:

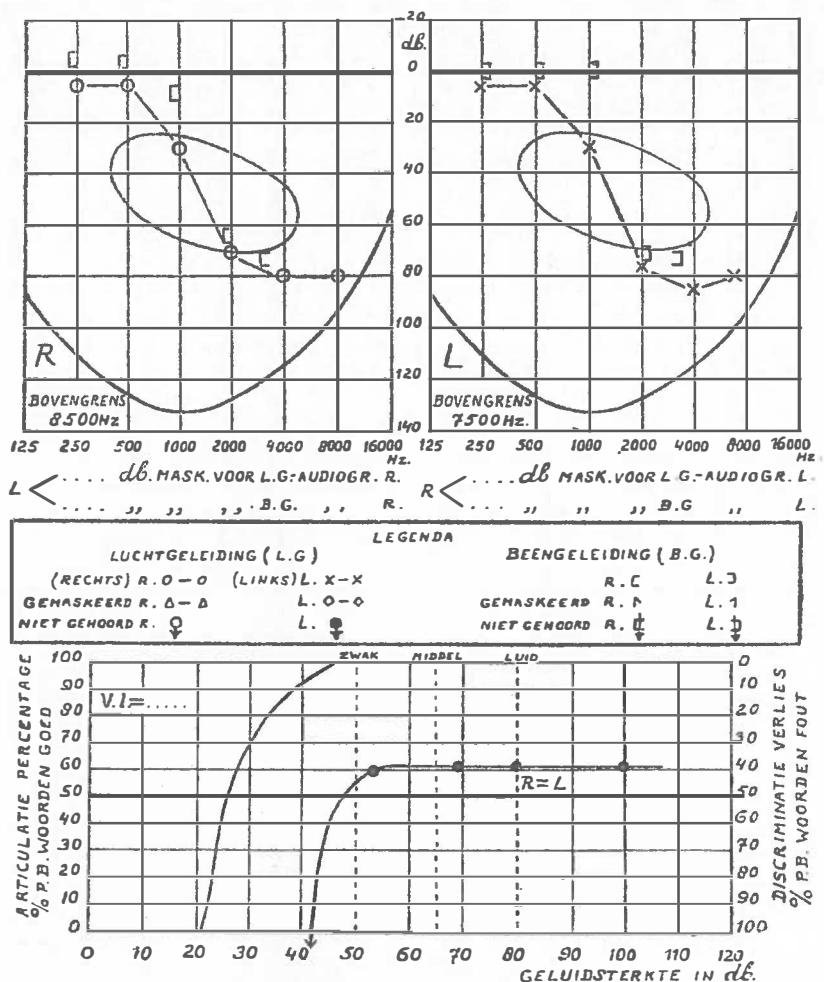


Fig. 24.

Patient VIII. ♂ 72 jaar, oud-kantonrechter.

Anamnese. Patient is omstreeks 3 jaar geleden gaan klagen over een toenemend gehoorverlies, waarvoor hij otologische hulp zocht.

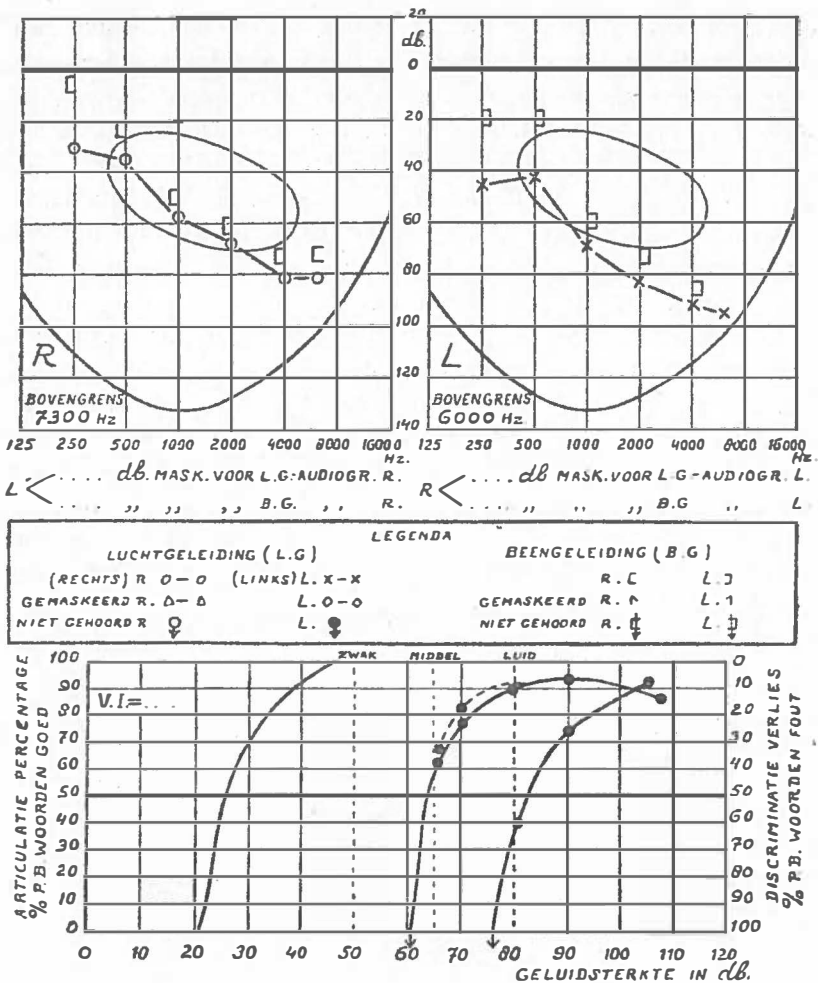
Status praesens.

Oren: Trommelveizen beiderzijds intact, ingetrokken, dof.

Neus: Septumdeviatie naar rechts, voldoende doorgankelijkheid.

Mond en keel: Volledige prothese, rustige tonsillen.

De Rinne is rechts positief, links negatief; de Schwabach is beiderzijds verkort, terwijl de Weber niet gelateraliseerd wordt.



Uit het drempelaudiogram zien we, dat we links te maken hebben met een pseudo-negatieve Rinne.

Patient gebruikt nu gedurende drie jaren een drielamps-gehoortoestel op het linker oor, voornamelijk in vergaderingen en in de kerk.

Het laatste jaar gebruikt hij twee telefoontjes bij dit toestel, in elk oor één. Hij hoort dan dus pseudobinauraal. De spraakaudiometrie geeft ons een objectieve methode om na te gaan of het pseudo-binauraal horen in bepaalde

gevallen verbetering geeft. Daartoe moet men eerst monauraal de articulatiecurve voor elk oor vaststellen. Uit deze curven vindt men dan op welke intensiteitsniveau's voor elk van de oren afzonderlijk het articulatiepercentage b.v. 70% is. Wanneer men vervolgens éénzelfde woordlijst nu binauraal aanbiedt op de bovengevonden intensiteitsniveau's, welke in een asymmetrisch geval verschillend zullen zijn, kan men een vergelijking maken tussen pseudobinauraal en monauraal verstaan.

Pseudobinauraal gebruik van gehoorprothesen verdient ongetwijfeld de aandacht, omdat als ieder oor afzonderlijk wordt aangepast, b.v. door gebruik te maken van verschillende typen telefoons, de praktische waarde van een prothese daardoor onder bepaalde omstandigheden zal stijgen.

De stippellijn naast de articulatiekromme voor het rechter (betere) oor geeft het resultaat aan van het aldus bepaalde pseudobinaurale verstaan.

We moeten hier nog opmerken dat het discriminatieverlies bij dit geval van presbycusis opvallend klein is. In de regel zien we bij dergelijke drempelaudiogrammen een groter discriminatieverlies. Tot het goede resultaat heeft het regelmatig gebruik van de gehoorprothese zeker bijgedragen (onbewuste hoortraining).

ad 3.

Een komvormig audiogram met de bijbehorende articulatiekromme zien we in fig. 26.

De ziektegeschiedenis van deze patient is:

Geval IX. ♂ 25 jaar, landbouwer.

Anamnese. Al jaren bemerkt patient, dat hij steeds minder hoort, zowel rechts als links. Patient heeft nooit uitvloed uit de oren gehad. In de familie van zijn vader komen verschillende gevallen van slechthorendheid voor.

Status praesens.

Oren: Beide trommelvliezen zijn intact, met een fraaie reflex.

Neus: Crista septi rechts; er is voldoende doorgankelijkheid.

Keel en mond: Rustige tonsillen, gaaf gebit.

De Rinne is beiderzijds positief; de Schwabach is verkort, terwijl de Weber niet gelateraliseerd wordt.

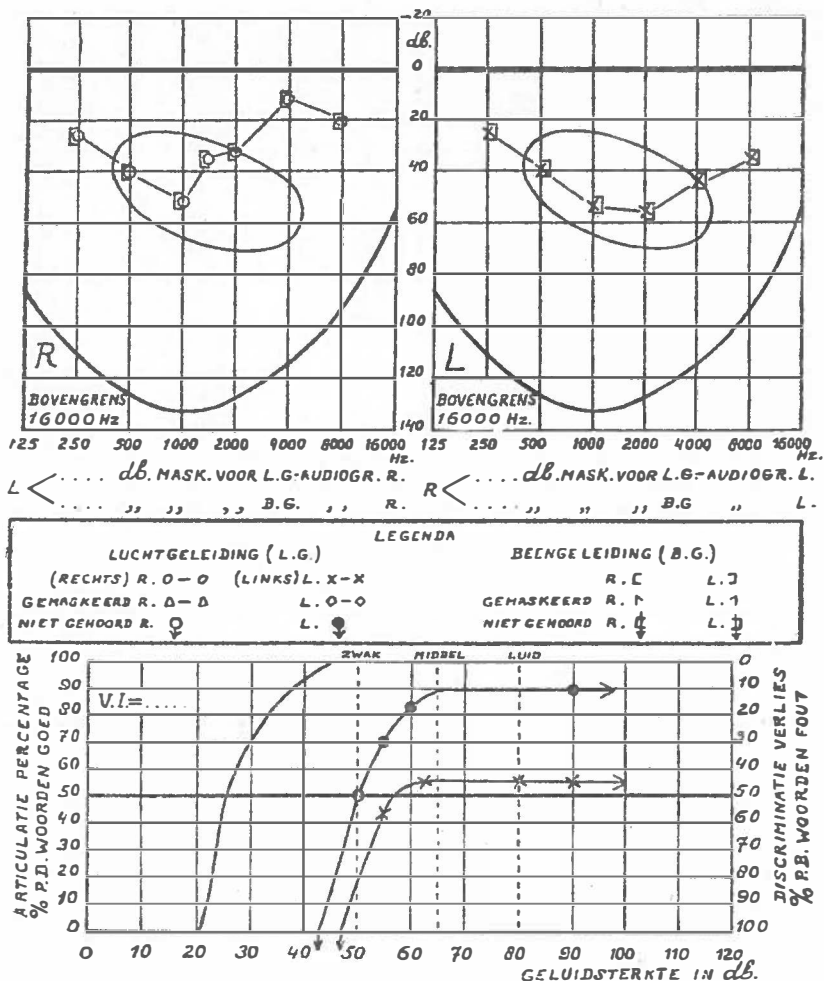


Fig. 26.

De articulatiecurven geven beide een discriminatieverlies te zien, rechts van 10%, links van 45%.

ad 4.

Bij ons onderzoek hebben we ook nagegaan, welke invloed een totale uitval van de hoge en middenoctaven op de maximaal bereikbare spraakverstaanbaarheid heeft. Daarvoor stonden ons enkele asymmetrische gevallen ter be-

schikking, waarvan de drempelaudiogrammen een sterk glijdend of abrupt karakter vertoonden.

Gevallen, waarbij *beide* oren een dergelijk abrupt of sterk glijdend verlies vertonen, zijn minder geschikt om een zuiver beeld te geven hoe zulk een verlies de spraakverstaanbaarheid beïnvloedt. Immers zal er in de loop der jaren *compensatie* optreden. De patient heeft zich dan namelijk min of meer aangepast aan de verminkte klankbeelden. Geleidelijk wordt dan zijn klankonderscheidingsvermogen ontwikkeld, waardoor een grotere verstaanvaardigheid tot stand komt door centrale aanpassing. Dit proces verloopt op jongere leeftijd gemakkelijker dan bij bejaarde mensen.

Daarom hebben we voor ons doel enkele asymmetrische gevallen gekozen, waarbij het andere oor normaal was of belangrijk beter dan het gekozen oor. In dergelijke gevallen is namelijk bij het slechte oor van een geleidelijke compensatie van het spraakgehoor door grotere verstaanvaardigheid geen sprake, omdat dit defecte oor een ondergeschikte rol speelt. Het goede oor hebben we bij ons onderzoek met een „ruis” (white noise) gemaskeerd.

Geval X. ♂ 53 jaar, koopman.

Anamnese. Patient is reeds jaren slechthorend, vooral links. Hij zou nooit een middenoorontsteking gehad hebben.

Status praesens.

Oren: Trommelvliezen beiderzijds gaaf, intact. Fraaie reflexen.

Neus en keel: Normaal beeld.

De Rinne is beiderzijds positief; de Schwabach is rechts matig, links sterk verkort, terwijl de Weber niet gelateraliseerd wordt.

Uit het drempelaudiogram blijkt, dat voor het linker oor het rechter gedeelte van de spraakzone totaal is uitgevallen, in tegenstelling met het rechter oor. De articulatiekromme van het linker oor geeft een verzadigingspercentage van 80 (discriminatieverlies 20%) te zien (fig. 27).

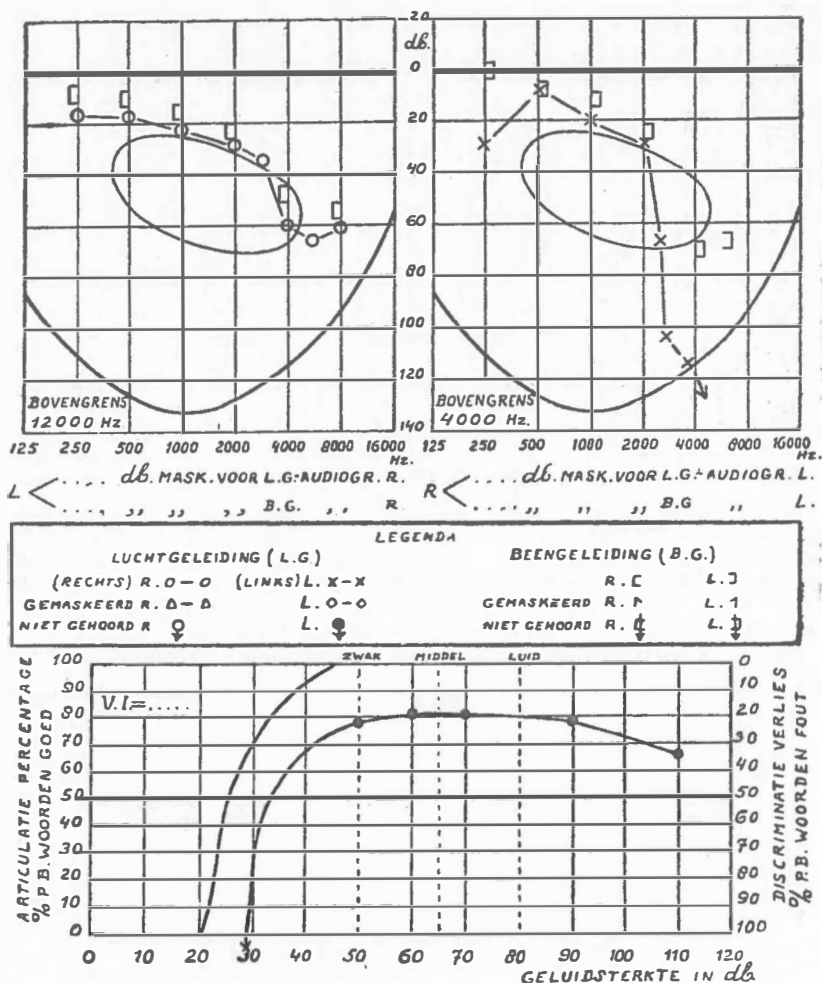


Fig. 27.

Geval XI. ♂ 20 jaar, landarbeider.

Anamnese. Patient is sinds zijn jeugd slechthorend aan zijn rechter oor.

Voor zover hij weet is het oor nooit ontstoken geweest en heeft het nooit gelopen. Patient heeft geen ernstige ziekten doorgemaakt. Er is geen slechthorendheid in de familie.

Status praesens.

Oren: Trommelvliezen beiderzijds intact, met fraaie reflexen.

Neus en keel: Normaal beeld.

De Rinne is beiderzijds positief; de Schwabach is rechts verkort, links niet verkort, terwijl de Weber naar links wordt gelateraliseerd.

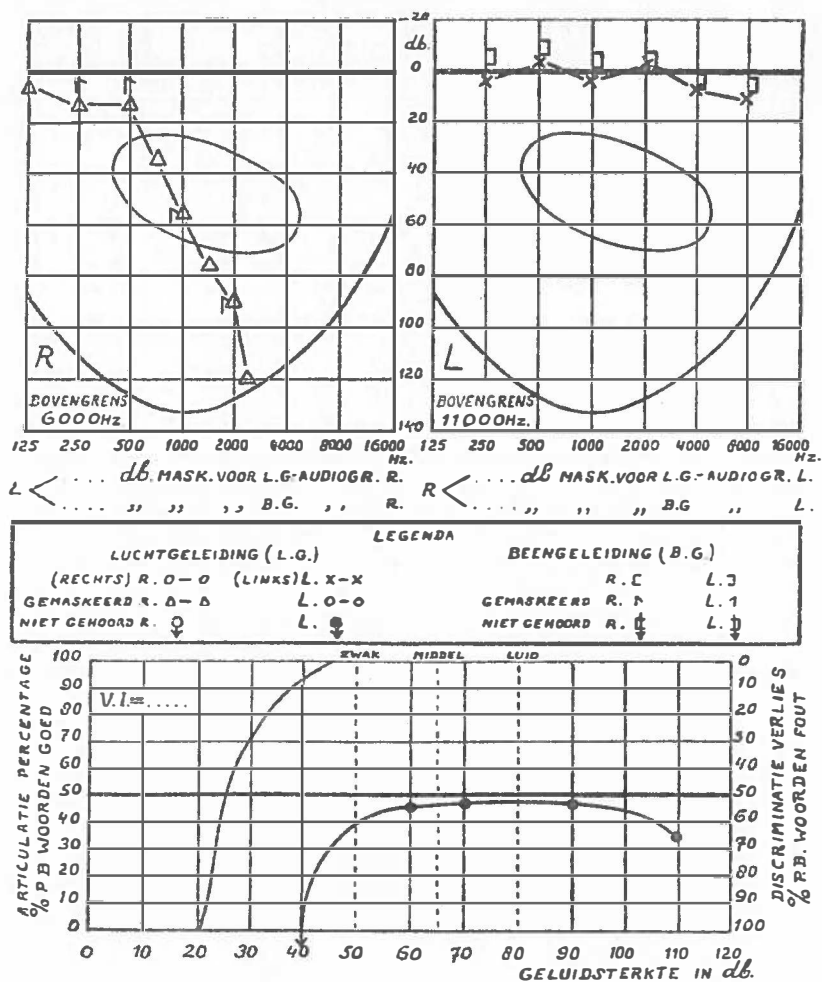


Fig. 28.

Het drempelaudiogram vertoont voor het rechter oor een verlies, dat ongeveer 40 db. per octaaf toeneemt, terwijl de verzadiging van het articulatiepercentage 46 bedraagt (discriminatieverlies 54%) (fig. 28).

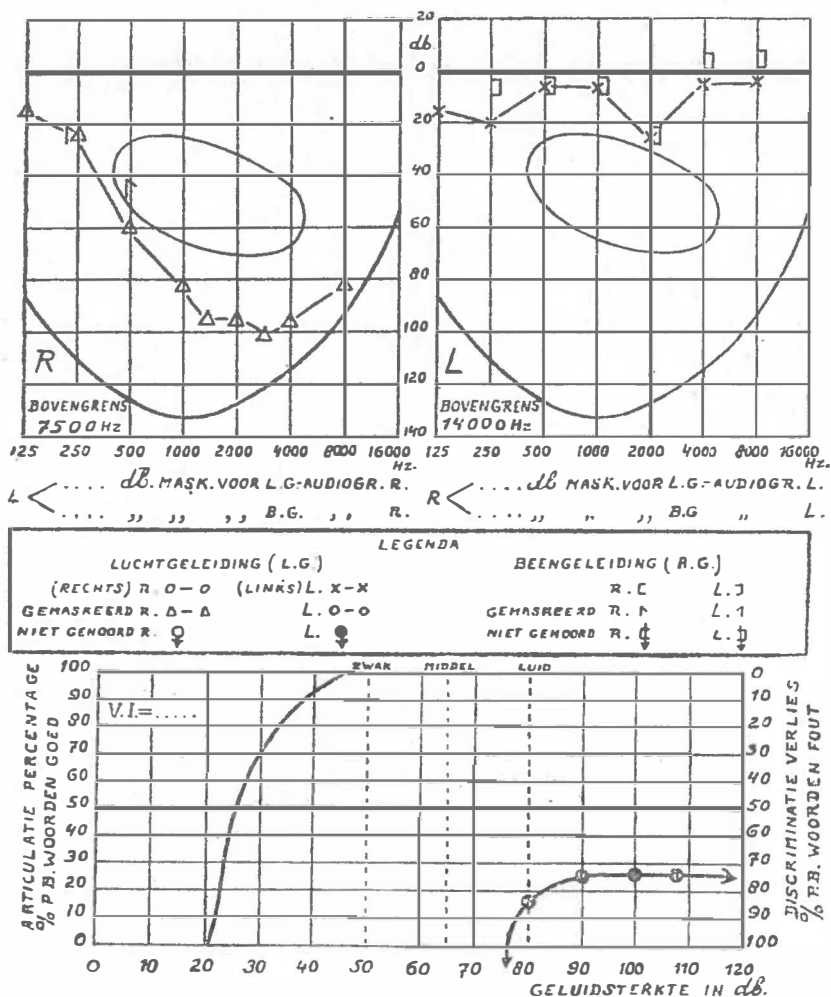


Fig. 29.

Geval XII. ♂ 35 jaar, machinist.

Anamnese. Patient heeft omstreeks een jaar geleden gemerkt, dat hij slechter hoorde met zijn rechter oor. Hij werkt in een tamelijk rumoerige machinekamer van een coaster. Van een mogelijk acoustisch trauma is hem niets bekend. Zijn rechter oor is tijdens zijn werk niet in meerdere mate aan het geruis in de machinekamer blootgesteld dan het linker. Patient heeft geen ernstige ziekten doorgemaakt.

Status praesens.

Oren: Trommelvliezen beiderzijds normaal met fraaie reflexen.

Neus: S-vormige deviatie. Voldoende ruimte voor luchtpassage.

Keel en mond: Normaal beeld.

De Rinne is beiderzijds positief; de Schwabach is rechts verkort, links niet verkort, terwijl de Weber naar links gelateraliseerd wordt.

Het drempelaudiogram (fig. 29) voor het rechter oor vertoont een verlies, dat gemiddeld 30 db. per octaaf toeneemt. Daar de curve geheel onder de spraakzone verloopt, is hier een zeer grote versterking (58 db.) nodig om de spraakgehoordrempel te bereiken. De verzadiging ligt bij 26% (discriminatieverlies 74%).

Uit deze drie voorbeelden blijkt, zoals a priori te verwachten was, dat het discriminatieverlies des te meer toeneemt, naarmate de hoge, c.q. middenoctaven buiten de waarneming vallen.

4. *De articulatiecurven bij regressieve binnenoordofheden (R-type).*

In de loop van ons onderzoek is gebleken, dat niet alle perceptiedoofheden articulatiekrommen van het P-type geven. Reeds aan het slot van Hoofdstuk IV is op theoretische gronden aangevoerd, dat bij de regressieve vorm van perceptiestoornissen een optimum te verwachten is in de articulatiecurve.

In fig. 30 is een dergelijke articulatiekromme weergegeven. De ziektegeschiedenis is als volgt:

Geval XIII. ♂ 57 jaar, walbaas.

A n a m n e s e. Sedert 1939 is patient wisselend doof aan beide oren. Er bestaat een hinderlijk oorsuizen. Geen oorontstekingen gehad, geen ernstige ziekten doorgemaakt.

Status praesens.

Oren: Trommelvliezen beiderzijds ingetrokken, enkele kalkvlekjes, intact.

Neus: Iets hyperaemische slijmvliezen, enig dun secreet.

Mond en keel: Tonsillen rustig, carieuze elementen in het gebit.

De Rinne is beiderzijds positief; de Schwabach niet verkort, terwijl de Weber niet gelateraliseerd wordt.

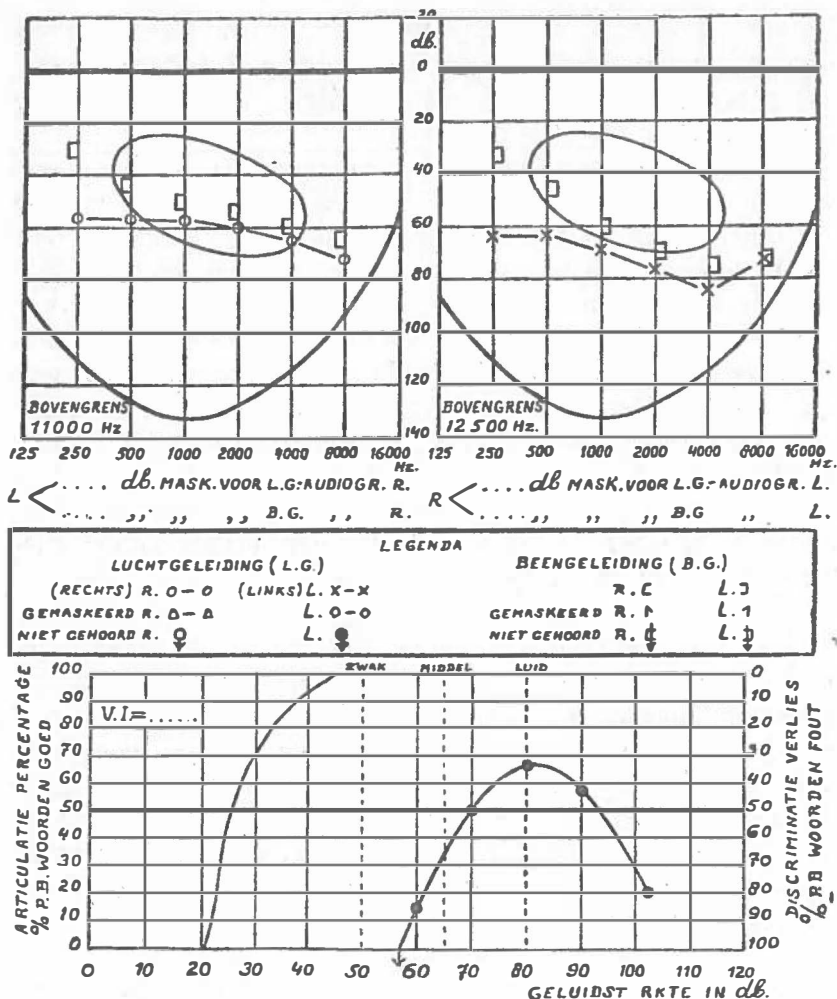


Fig. 30.

We zien in dit voorbeeld (fig. 30), waarbij er sprake is van een vlak verlopend drempelaudiogram (verlies rechts ongeveer 60 db. voor lucht- en beengeleiding), dat het verstaanbaarheidspercentage een maximum bereikt van 67% op een intensiteitsniveau van 80 db. Bij 90 db. intensiteit is het articulatiepercentage weer kleiner. Het intensiteitsniveau, waarbij het optimum bereikt wordt noemen we de *optimumintensiteit*. In dit voorbeeld ligt dit blijkbaar

bij ongeveer 80 db. Uit ons onderzoek is nu verder gebleken dat dit optimumeffect gepaard gaat met het regressiesymptoom; daarom hebben we deze articulatiecurven aangeduid als het R-type.

In dergelijke gevallen is de optimumintensiteit tevens het *optimumluisterniveau* (most comfortable level), waarop de patient bij voorkeur naar spraak luistert, omdat dan de verstaanbaarheid het grootst is. Bij het normale oor zijn de verhoudingen anders. Uit fig. 16 curve B (klankband-curve) blijkt nl., dat bij het normale oor 100% verstaanbaarheid bereikt wordt in de gehele band van 48—98 db. Het optimumluisterniveau voor het normale oor ligt nu, onder normale dagelijkse omstandigheden, bij 60 à 70 db.

In de figuren 31, 32 en 33 zijn een aantal articulatiekrommen van het R-type afgebeeld.

Fig. 31A geeft het drempelaudiogram en de articulatiecurve weer van een verouderd geval van otosclerose gepaard gaande met een cochleaire degeneratie. Terwijl in de baszone de geleidingsfactor overweegt (negatieve Rinne) is bij 2000 Hz. de cochleaire factor van de meeste invloed. Dergelijke gevallen kunnen b.v. ontstaan, wanneer zich op een op jonge leeftijd verkregen lawaaitrauma of op een congenitale abrupte doofheid op latere leeftijd een stapesfixatie superponeert.

De volgende gevallen hebben alle betrekking op zuivere regressieve perceptiedoofheden. In fig. 31B, C en D zijn drie gevallen gegeven, waarbij het drempelverlies in de baszone gering is. Het gevolg daarvan is, dat de intensiteit van normale spraak maar weinig verzwakt wordt waargenomen (in het bijzonder bij B en C). Er is dus nauwelijks versterking nodig om het optimumintensiteitsniveau te bereiken, hetwelk immers resp. op 72, 63, en 76 db. ligt. Versterking door middel van een gehoorapparaat zal dus voor conversatiespraak geen zin hebben, doch eventueel wel voor zeer zachte spraak.

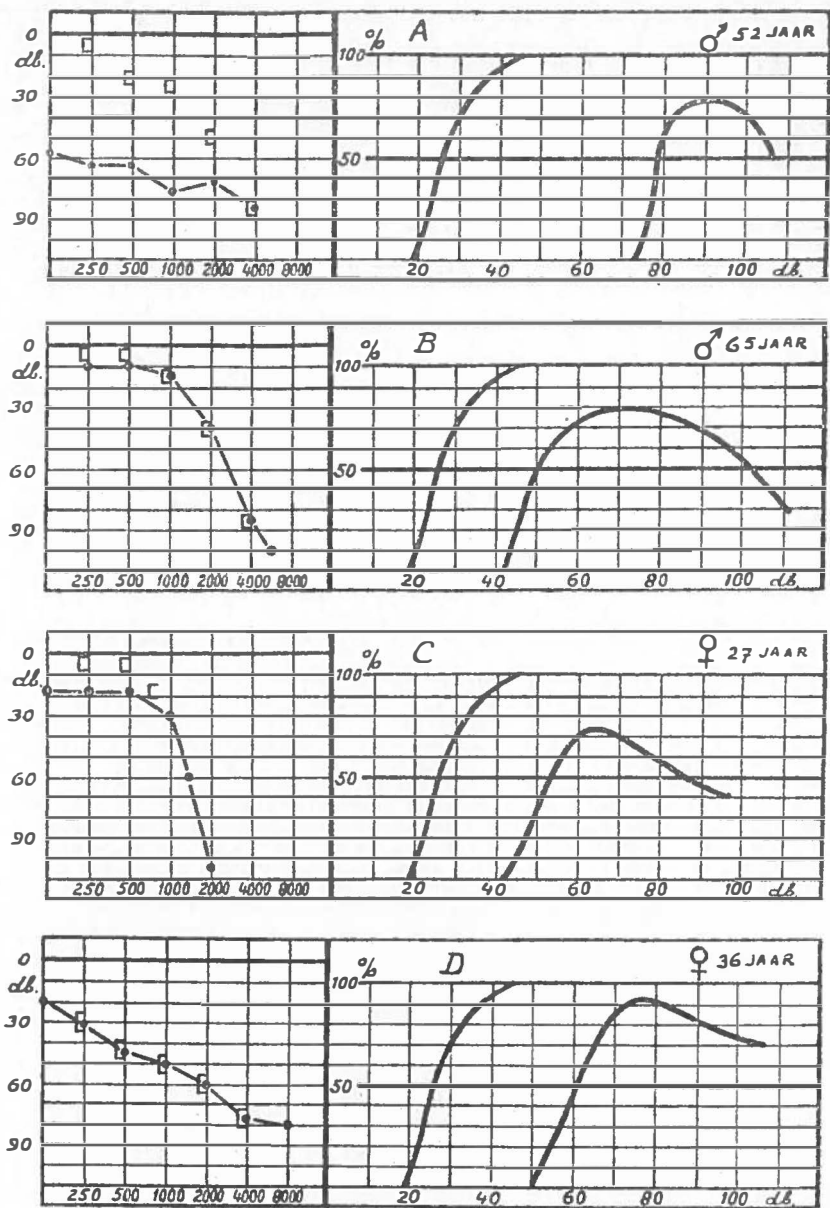


Fig. 31.

In fig. 32 en 33 zien we acht gevallen van zware slechthorendheid van het zuivere perceptietype (met regressie), die alle een articulatiecurve van het R-type vertonen.

Deze pathologische curven kunnen gekarakteriseerd worden door de volgende grootheden:

1. Het aantal decibell verschuiving van de spraakgehoordrempel.
2. Het aantal decibell verschuiving van het optimumluisterniveau; voor de bepaling daarvan is als uitgangspunt genomen, dat bij het normale oor deze waarde gemiddeld 65 db. is.
3. Het discriminatieverlies bij het optimum in procenten.
4. De bandbreedte in het optimumgebied op een hoogte, die b.v. 10% onder dit optimum ligt.

In tabel 7 zijn de waarden voor de acht gevallen van fig. 31 en 32 weergegeven.

Figuur	(1) verschuiving spraakgehoor- drempel in db.	(2) verschuiving optimum- luisterniveau in db.	(3) discriminatie- verlies bij het optimum in %	(4) bandbreedte 10% onder het optimum in db.
32 A	39	18	17	24
32 B	36	16	25	19
32 C	48	23	33	14
32 D	48	20	51	16
33 A	36	20	13	18
33 B	38	15	17	11
33 C	51	17	47	15
	53	17	54	13
33 D	58	24	54	13

Tabel 7. Behorend bij de articulatiecurven in fig. 31 en 32.

Uit de kolommen (1) en (2) van deze tabel blijkt, dat de verschuiving van het optimumluisterniveau veel geringer is dan de verschuiving van de spraakgehoordrempel, in tegenstelling tot wat we zien bij geleidingsdoofheden.

Hierdoor wordt bij deze regressieve binnenoordofheden het optimumluisterniveau reeds bij een veel kleinere

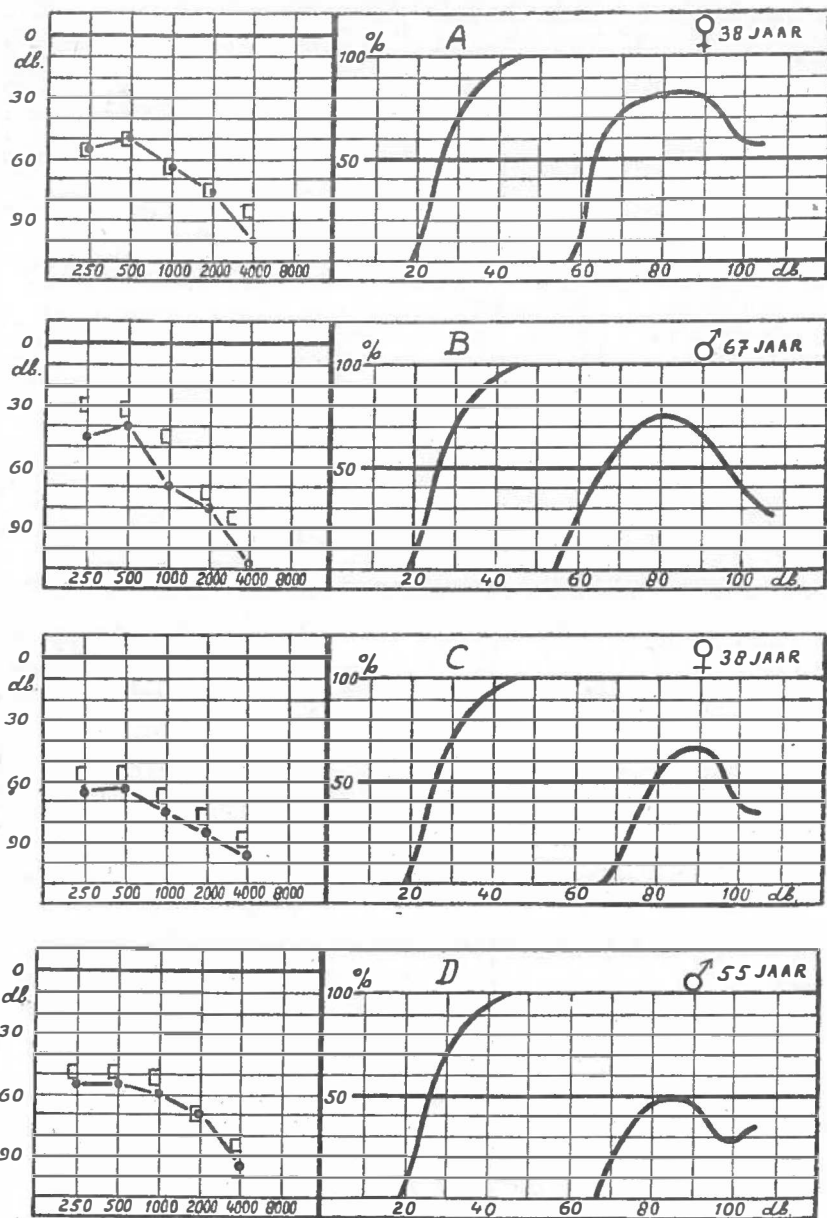


Fig. 32.

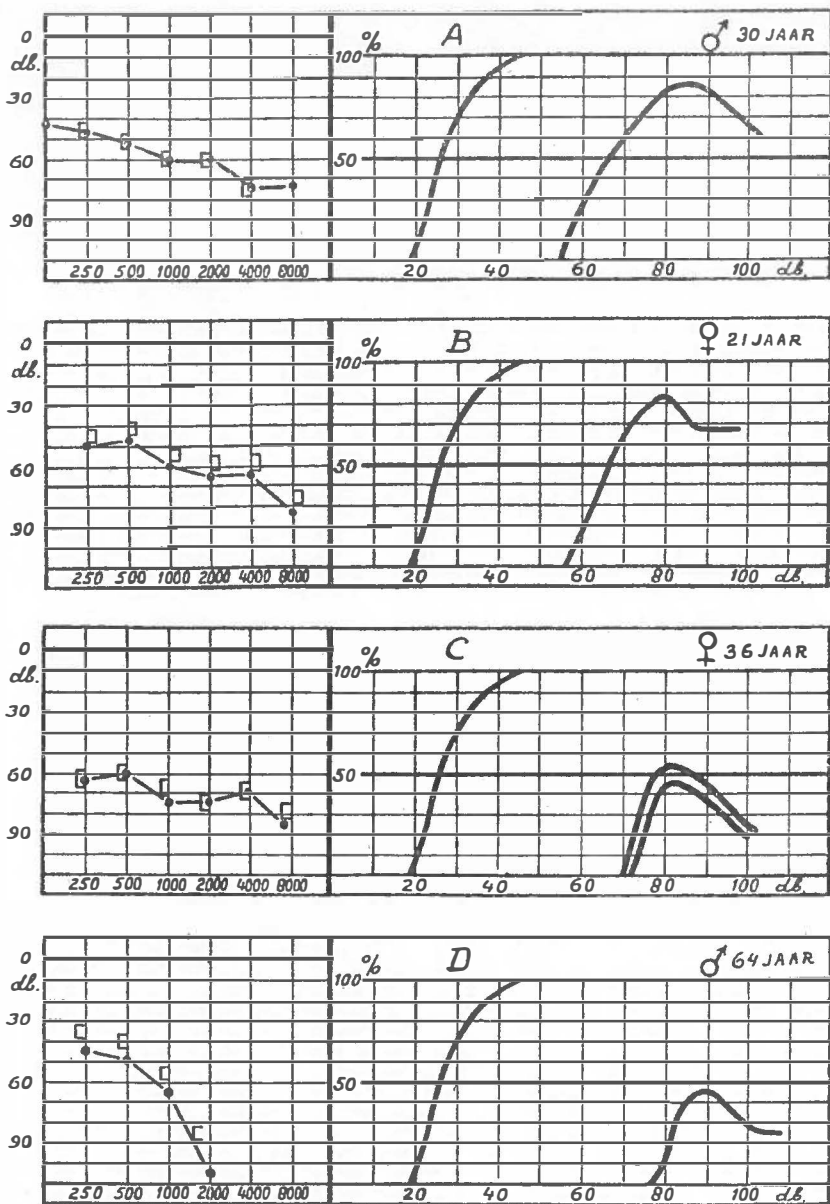


Fig. 33.

versterking bereikt, als men op grond van de drempelverschuiving zou verwachten. Verder zien we uit de fig. 31, 32 en 33, dat de vorm van de curve in het optimumgebied vrij scherp of enigszins afgeplat kan zijn. Naarmate nl. de curve scherper is, blijkt het discriminatieverlies groter te zijn, zoals fig. 34 laat zien. Op de horizontale as zien we het aantal decibell bandbreedte en op de verticale as het bijbehorende discriminatieverlies.

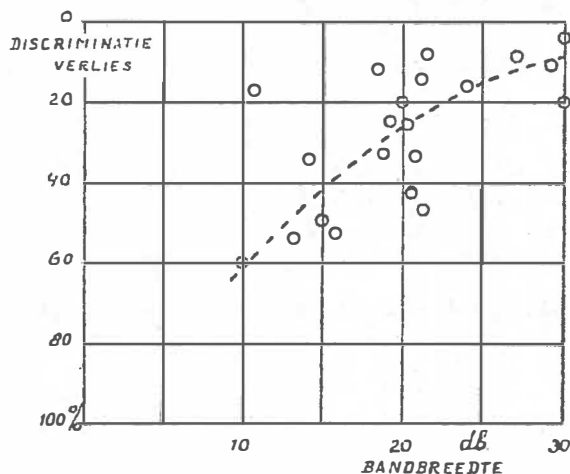


Fig. 34.

Zowel uit de ligging als ook uit de vorm van het optimumgebied kunnen we belangrijke gevolgtrekkingen maken voor het aanpassen van gehoorapparaten. Bij een scherp optimum is nl. de intensiteitsband, waarin een praktisch bruikbare waarde van het articulatiepercentage bereikt wordt, zeer smal. Bij gebruik van een prothese betekent dit, dat een soepele volumeregeling noodzakelijk is en dat de gebruiker deze nauwkeurig moet instellen, overeenkomstig de sterkte van de aangeboden spraak. Dit zijn de slechthorenden, die ernstige moeilijkheden in gezelschap *blijven* ondervinden, omdat de afstand en de intensiteit der verschillende geluidsbronnen aan voortdurende wisseling onderhevig zijn.

Tot nu toe zijn er geen gehoorapparaten in de handel,

die dit soort gehoorverlies kunnen opvangen; het gebruik van z.g. automatische volumeregeling kan aan dit bezwaar tegemoet komen, indien toestellen geconstrueerd worden, waarbij de afgegeven geluidsterkte van het toestel (output) automatisch op de juiste waarde constant wordt gehouden, ook al verandert de afstand of de sterkte van de geluidsbron. Daarbij is het dan noodzakelijk, dat deze constant gehouden uitgangsenergie, wat zijn niveau betreft, door middel van een instelknop kan worden aangepast aan de ligging van het optimum. In dergelijke gevallen komt het individuele karakter van de hoorprothese-aanpassing wel sterk naar voren.

Tenslotte kan worden opgemerkt, dat de vorm van de optimumcurve ons enig inzicht verschaft in de indicatie voor de hoortraining. Bij een smal optimum kan het door oefening gelukken om de vorm van het optimum te verbreden, waardoor de praktische bruikbaarheid van de hoorprothese stijgt.

Uit de bovenstaande resultaten, waarmee dus een verdere differentiatie van de verschillende vormen van perceptie-aandoeningen is te voorschijn gekomen, moge de praktische waarde van de spraakaudiometrie te meer zijn duidelijk gemaakt.

SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Na een lijst van definities van de meest gebruikte termen wordt in Hoofdstuk I een algemeen overzicht gegeven van de ontwikkeling van de audiometrische onderzoeksmethode. De betekenis daarvan voor de diagnostiek en de betrekkelijke waarde van het drempelonderzoek worden daarbij besproken. Ook wordt de aandacht gevestigd op het subjectieve karakter van drempelbepalingen en de moeilijkheden, die zich bij het gebruik van een audiometer voordoen ten aanzien van de ijking en de praktische betrouwbaarheid.

In Hoofdstuk II volgt een uiteenzetting van het directe gebruik van fluister- en conversatiespraak, zoals dit sinds 1903 (ZWAARDEMAKER en QUIX) steeds bij de bepaling der gehoorscherpthe is toegepast. De onvolkomenheden van deze methode worden naar voren gebracht.

In Hoofdstuk III wordt begonnen met een analyse van de spraak en de betekenis van de verschillende elementen, welke haar karakteriseren. Het percentage van voorkomen van de verschillende spraakklanken in het Nederlands (HUIZING en MOOLENAAR-BIJL) en de verschillen daarvan ten opzichte van andere talen, vormen het uitgangspunt van een beschouwing aangaande de mogelijke invloed van de fonetische elementen op het pathologische spraakgehoor. Het begrip articulatie, zowel in fonetische als in acoustische zin, wordt verklaard. Naast het normale spraakgehoor worden verschillende vormen van pathologisch spraakgehoor besproken, waarbij bijzondere aandacht wordt besteed aan de invloed van een pathologische luidheidsfunctie (regressie) (FOWLER-HUIZING). Het hoofdstuk wordt besloten met de aandacht te vestigen op de centrale functies en het verband tussen luidheidspatronen, klankbeelden en verstaanbaarheid.

Na een overzicht van de ontwikkeling van de spraak-

audiometrie, wordt in Hoofdstuk IV het principe nader uitgewerkt; de methode van onderzoek en de benodigde apparatuur worden beschreven. Er worden definities gegeven van de verschillende voor dit onderzoek belangrijke drempels. Daarna volgt een uitvoerig overzicht van het gebruikte prikkelmateriaal, waarbij vooral de phonetisch gebalanceerde woordlijsten en de spondaellijsten (spraakgehoordrempelonderzoek) op de voorgrond treden; met name wordt de samenstelling van de *Groninger P.B.lijsten* en de betekenis van de associatiefactor in verband met het voorkomen van één- of tweelettergrepige woorden besproken. Vervolgens worden enkele voorbeelden gegeven van verschillende vormen van articulatiecurven (C-type en P-type), waarbij het begrip discriminatieverlies naar voren komt. Ten slotte wordt aandacht geschonken aan het verband tussen het verlies van spraakverstaanbaarheid en de sociale validiteit van de slechthorende.

In Hoofdstuk V worden de resultaten van het eigen onderzoek weergegeven. De apparatuur daarvoor, waaronder het gebruik van de klankband (tape-recorder) als hulpmiddel voor een gestandariseerde geluidsheersgave wordt beschreven, alsook de daaraan verbonden voordelen. De normale articulatiecurve bij gebruik van de *Groninger P.B.lijsten* blijkt steiler te verlopen dan die, gevonden door DAVIS en SILVERMAN voor de zogenaamde *Harvard-lijst*. Dit wordt toegeschreven aan de grotere frequentie van tweelettergrepige woorden in de *Groninger P.B.lijsten*. Het praktische gebruik van de spraakaudiometrie en de waarde er van bij slechthorenden wordt met een aantal ziektegeschiedenissen beschreven, waarbij het verschil tussen het C-type en het P-type duidelijk naar voren komt. Onder andere komt daarbij ook de waarde van de articulatiecurve als hulpmiddel voor de indicatie, alsook voor het vaststellen van de resultaten bij een fenestratie tot uiting. In de loop van het onderzoek kwam een in de literatuur nog niet beschreven vorm van articulatiecurve aan het licht, waarbij de curve in plaats van een verzadigingseffect een *optimum* vertoonde. Er bleek een correlatie te bestaan tussen het voorkomen van een optimum-ver-

staanbaarheidspercentage en het regressiesymptoom (articulatiekromme van het R-type). Het optimum kan een meer of minder scherp verloop hebben, waarbij is gebleken dat een groter discriminatieverlies in de regel gepaard gaat met een scherpere begrenzing van dit gebied. Het voorkomen van een dergelijk optimum vormt een belangrijk gegeven bij het aanpassen van gehoorprothesen, in het bijzonder in verband met de ligging van het optimum en de dienovereenkomstige aanpassing van de uitgangs-energie. De aanwezigheid van een scherp optimum in de articulatiecurve vormt een indicatie voor de moderne wijze van hoortraining. De praktische waarde van de spraak audiometrie kan als volgt worden samengevat:

1. Gemakkelijk te normaliseren, meer objectief en efficiënter dan de tot nu toe gebruikte methoden.
2. Hulpmiddel voor de indicatie voor de fenestratie-operatie en het na-onderzoek ervan.
3. Fijnere differentiatie van perceptiedoofheden en gemengde vormen.
4. Prothese-aanpassing en vaststelling van het resultaat van de prothese.
5. Indicatie voor hoortraining.
6. Nuttig effect hoortraining.
7. Beoordeling van de verstaanvaardigheid van doofstomme kinderen.

In een bijlage zijn de tien Groninger P.B.lijsten en het andere gebruikte prikkelmateriaal bijengebracht.

SUMMARY AND CONCLUSIONS

This thesis starts with a list of definitions of some frequently used terms. In Chapter I a general survey is given of the development of present-day audiometry. Its diagnostical significance and the relative value of threshold tests is discussed. Attention is given to the subjective character of threshold measurements and also to the difficulties as concerned calibration and practical reliability encountered when using commercial audiometers.

Chapter II deals with the use of live-voice whispered and conversational speech as introduced by ZWAARDEMAKER and QUIX in 1903⁴⁰) in this country, which is still in general use for testing hearing acuity. The shortcomings of this methods are summarized.

In Chapter III an analysis of speech as an basic entity in hearing is given and the significance of the various characteristic speech elements is discussed. The frequency of occurrence of the various phonemes in dutch (HUIZING and MOOLENAAR-BIJL) as compared to their occurrence in other languages, is the starting point for a discussion on its influence on speech-hearing in pathological conditions. The concept *articulation* as a phonetic as well as an acoustic notion is explained. Various cases of normal and pathological speech reception ability are dealt with and special attention is drawn to the influence of an abnormal loudness function (recruitment phenomenon). The chapter is concluded by focussing attention to the central functions in connection with the loudness pattern, the central image and the discrimination ability.

In Chapter IV an outline is given of the recent development of speech audiometry and its basic principles are discussed. The experimental procedure and the apparatus used are described. Definitions of the various thresholds

are given. This is followed by a detailed survey of the various kinds of stimuli used. In this connection special attention is given to P.B.- and spondee-wordlists and the influence of the number of syllables on the recognizability. After that, examples are given of the two main types of articulation curves (the conduction- or C-type and the perception- or P-type). At the end of this chapter the correlation between speech-intelligibility and social adequacy (DAVIS and SILVERMAN) is discussed.

In the last Chapter the results of own experiments are given. Modern tape-recording equipment has been used for standardizing the proffered stimuli. It is found that the normal articulation curve for the *Groninger P.B.-lists* shows a steeper slope than that for the Harvard P.B.lists. This is explained by the higher frequency of occurrence of dissyllables in the Dutch lists. The practical use of speech audiometry and its value, when applied in cases of hearing impairment, is shown in a number of case-reports by which the difference between the C-type and the P-type is elucidated. The articulation curve has also been used for the indication of the fenestration operation as well as for evaluating the result obtained.

A hitherto unknown type of articulation-curve, characterized by an *optimum* instead of a saturation effect, has been found. The presence of an optimum effect appeared to correspond with the occurrence of the symptom of recruitment (optimum- or R-type of articulation curve). The R-curve may show a more or less sharp optimum. The shape of the curve in the optimum region appeared to be sharper in cases with a greater discrimination loss. The place of this optimum, as regards intensity level and maximum articulationscore is an important figure for the fitting of hearing aids, especially in connection with an adjustable automatic volume-control device. A sharp optimum in the curve is an indication for auditory training.

The practical value of speechaudiometry can be summarized as follows:

1. Standardized, objective and more efficient as compared with previously used methods.

2. Suitable for the indication and evaluation of the fenestration operation.
3. Better discriminating of perception-deafness and mixed cases.
4. Useful for the fitting and evaluation of hearing aids.
5. Indicative for auditory training.
6. Evaluation of auditory training.
7. Measurement of discrimination ability of acoustically handicapped children.

The Groninger P.B.lists, some spondae lists, and other material used as stimuli are compiled in the appendix.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Après une liste de définitions de la plupart des termes techniques employés dans ce travail, le chapitre premier donne une vue générale du développement de l'examen audiométrique. La signification pour le diagnostic et la valeur relative de la détermination du seuil auditif y sont aussi discutées. On y attire aussi l'attention sur la subjectivité de la mesure du seuil ainsi que sur les difficultés que l'on rencontre dans l'emploi de l'audiomètre au point de vue de l'étalonnage et de la sûreté pratique.

Le chapitre II est consacré à l'exposé de la méthode d'examen de la voix haute et chuchotée ainsi qu'elle est employée dans notre pays depuis 1903 (ZWAARDEMAKER et QUIX) jusqu'à nos jours pour déterminer l'acuité auditive. Les imperfections de cette méthode sont présentées.

Le chapitre III commence par l'analyse de la parole et la signification des différents éléments qui la caractérisent. On y étudie la fréquence avec laquelle les différents phonèmes surviennent dans le néerlandais (HUIZING et MOOLENAAR-BIJL) et la différence par rapport aux autres langues. De ceci on démontre l'influence des éléments phonétiques du langage sur l'audition vocale pathologique. Le concept *articulation* tout au point de vue phonétique ainsi qu'acoustique (intelligibilité) y est expliqué. À côté de l'audition normale de la parole on envisage aussi différentes auditions pathologiques; on attire particulièrement l'attention à l'influence d'une sensation pathologique de l'intensité („recrutement" FOWLER, HUIZING). Le chapitre se termine en traitant de la fonction centrale en rapport avec les patrons auditifs caractéristiques et la capacité de discrimination auditive.

Après une vue générale sur le développement de l'audiométrie vocale le chapitre IV traite plus à fond les

principes de cette méthode. Il décrit l'appareillage nécessaire et la méthode d'examen. Différentes définitions y sont données touchant plusieurs seuils auditifs importants pour cet examen. Suit l'énoncé des listes de mots phonétiquement balancés et de spondaïques pour l'audiométrie vocale ainsi que les listes de mots constituées à Groningue. On discute aussi la signification du facteur d'association qui intervient dans les listes contenant des mots à deux syllabes. Quelques exemples de différentes formes de courbes d'intelligibilité (type-C et type-P) sont présentés expliquant ainsi la notion de perte de discrimination auditive. Enfin on établit un rapport entre la perte de discrimination et le coefficient d'invalidité.

Dans le chapitre V on trouve les résultats de mes propres examens; on y décrit l'appareillage employé, entre autre l'enregistreur à ruban sonore comme moyen d'une reproduction normalisée de la voix et les avantages y attachés. La courbe d'intelligibilité normale pour les listes P.B. de Groningue montre une pente plus rapide que celle trouvée par DAVIS et SILVERMAN pour le liste de Harvard. Ceci est attribué à la grande fréquence des mots dissyllabiques dans les listes P.B. de Groningue. L'usage pratique de l'audiométrie vocale et sa valeur chez les durs d'oreille est démontré par l'exemple d'un certain nombre d'histoires de patients. La différence entre les types C et P est clairement mise en évidence. De plus la valeur de la courbe d'intelligibilité est aussi prouvée comme moyen accessoire d'indication de la fenestration et comme test du résultat obtenu après l'opération. Au cours des examens se présentait une courbe d'intelligibilité non encore décrite dans la littérature, c'est à dire un *optimum* au lieu d'un plateau de saturation. Il semble y avoir une relation entre un optimum de l'intelligibilité et le symptôme de recrutement (courbe d'intelligibilité du type R). Cet optimum peut avoir une forme plus ou moins aigu. Il apparait que la courbe dans la région d'intelligibilité optimale se présente plus aigu à fur et à mesure que la perte de discrimination augmente. La présence d'un tel optimum est une donnée importante pour l'appareillage du patient, en particulier

la situation de cet optimum dans le champ d'intelligibilité pour l'ajustement de la valeur de la puissance de sortie stabilisé. Un optimum très aigu dans la courbe est une indication pour l'entraînement systématique de l'audition. La magnifique valeur de l'audiométrie vocale peut être résumée comme suit:

1. Facilité de standardisation, plus grande objectivité et efficacité que les méthodes jusqu'ici employées.
2. Moyen auxiliaire pour l'indication de la fenestration et moyen de test post-opératoire du résultat.
3. Plus grande finesse dans le diagnostic différentiel entre surdités de perception et surdité mixte.
4. Méthode d'appareillage des durs d'oreille et détermination du résultat obtenu par la prothèse.
5. Indication à la rééducation auditive.
6. Mesure de l'effet utile de la rééducation auditive.
7. Détermination de la capacité de discrimination des enfants sourds-muets.

Dans l'appendice on trouve les dix lists P.B. composées à Groningue et autre matériel de tests d'articulation.

ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSZFOLGERUNGEN

Nach einem Verzeichnis der gebräuchlichsten Fachausdrücke wird in Kapitel I eine allgemeine Übersicht über die Entwicklung der audiometrischen Untersuchungsmethode gegeben und wird deren Bedeutung für die Diagnostik und der relative Wert der Schwellenaudiometrie besprochen. Auch wird die Aufmerksamkeit auf den subjektiven Charakter von Schwellenbestimmungen hingelenkt, sowie ferner auf die Schwierigkeiten, die sich bei Verwendung eines Audiometers in bezug auf die Eichung und die praktische Zuverlässigkeit ergeben.

Im Kapitel II wird eine Darlegung über den direkten Gebrauch der Flüster- und Konversationssprache gegeben, wie diese seit 1903 (ZWAARDEMAKER und QUIX) bis heute stets bei der Bestimmung der Gehörschärfe angewandt ist. Schliesslich werden die Unvollkommenheiten dieses Verfahrens hervorgehoben.

Kapitel III enthält eine Analyse der Sprache und die verschiedenen Elemente, die sie charakterisieren, werden dabei erläutert. Der Prozentsatz des Vorkommens der verschiedenen Sprachlaute im Niederländischen (HUIZING und MOOLENAAR-BIJL) und deren Unterschiede in bezug auf andere Sprachen bilden den Ausgangspunkt einer Betrachtung über den möglichen Einfluss der phonetischen Elemente auf das pathologische Sprachgehör. Es wird der Begriff Artikulation sowohl in phonetischem als in akustischem Sinne erklärt. Neben dem normalen Sprachgehör werden verschiedene Formen von pathologischem Sprachgehör besprochen, wobei dem Einfluss einer pathologischen Lautheitsfunktion (Regression, Ausgleichsphänomen) besondere Aufmerksamkeit gewidmet wird (FOWLER, HUIZING). Der Verfasser schlieszt dieses Kapitel, indem er auf

die zentralen Funktionen und den Zusammenhang zwischen Lautheitsmuster, Klangbilder und Fertigkeit des Verstehens die Aufmerksamkeit hinlenkt.

Nach einer Übersicht über die Entwicklung der Sprachaudiometrie wird in Kapitel IV das Prinzip näher ausgearbeitet; ferner werden die Untersuchungsmethode und die benötigte Apparatur beschrieben. Es werden Definitionen der verschiedenen für diese Untersuchung wichtigen Schwellen gegeben. Darauf folgt eine ausführliche Übersicht über das verwendete Reizmaterial, wobei namentlich die phonetisch balancierten Wort- und Spondaeverzeichnisse (Sprachgehörschwellenuntersuchung) in den Vordergrund treten; namentlich wird die Zusammenstellung der *Groninger P.B.-Listen* und die Bedeutung des Assoziationsfaktors in Zusammenhang mit dem Vorkommen ein- oder zweisilbiger Wörter besprochen. Darauf werden einige Beispiele verschiedener Formen von Artikulationskurven (C-Typus und P-Typus) gegeben, wobei der Begriff *Diskriminationsverlust* hervortritt. Schliesslich wird dem Zusammenhang zwischen dem Verlust von Sprachverständlichkeit und der sozialen Validität der Schlechthörenden Aufmerksamkeit geschenkt.

In Kapitel V werden die Resultate der eigenen Untersuchung wiedergegeben. Es wird sowohl die hierfür verwendete Apparatur, darunter die Verwendung des Klangbandes (Magnetophon) als Hilfsmittel für eine standardisierte Schallwiedergabe, als die damit verbundenen Vorteile beschrieben. Es zeigte sich, dass die normale Artikulationskurve bei Verwendung der *Groninger P.B.-Listen* steiler verläuft als diejenige, die DAVIS und SILVERMAN für die sog. *Harvard-Liste* fanden. Dies wird der grösseren Häufigkeit zweisilbiger Wörter in den *Groninger P.B.-Listen* zugeschrieben. Es wird die praktische Anwendung der Sprachaudiometrie und deren Wert bei Schlechthörenden an Hand einiger Krankengeschichten beschrieben, wobei der Unterschied zwischen dem C-Typus und dem P-Typus deutlich zutage tritt. U.a. kommt dabei auch der Wert der Artikulationskurve als Hilfsmittel für die Indikation, sowie für das Feststellen der Resultate

bei einer Fenestration zum Ausdruck. Im Laufe der Untersuchung kam eine in der Literatur noch nicht beschriebene Form einer Artikulationskurve ans Licht, wobei die Kurve statt eines Sättigungseffekts ein *Optimum* aufwies. Es ergab sich, dass eine Korrelation zwischen dem Vorkommen eines Optimums Verständlichkeitsprozentsatz und dem Regressionssymptom (Artikulationskurve des R-Typus) bestand. Das Optimum kann einen mehr oder weniger starken Verlauf haben. Das Vorkommen eines derartigen Optimums bildet einen wertvollen Anhaltspunkt beim Anpassen von Gehörprothesen, im besonderen in Zusammenhang mit der Lage des Optimums und der entsprechenden Anpassung der Ausgangsenergie. Das Vorhandensein eines scharfen Optimums in der Artikulationskurve bildet eine Indikation für die moderne Weise von Hörübung. Der praktische Wert der Sprachaudiometrie kann folgendermassen zusammengefasst werden:

1. Bequem zu normalisieren, mehr objektiv und wirksamer als die bisher angewandten Methoden;
2. Hilfsmittel für die Indikation für die Fenestrationsoperation und für deren Nachuntersuchung;
3. Feinere Differenzierung von Perzeptionsschwerhörigkeiten und gemischten Formen;
4. Anpassung der Hörprothese;
5. Feststellung des Resultates der Hörprothese;
6. Indikation für Hörübungen;
7. Beurteilung der Fertigkeit des Verstehens von schwerhörigen und taubstummen Kindern und des Nutzeffektes der Hörübung.

Wat men niet schrijft,
Niet overblijft.
Tander de tijdt
Geheel verslijt.

B. ALTING.

LITTERATUURLIJST.

1. C. C. BUNCH, Clinical Audiometry. St. Louis 1943.
2. J. BLOK, J. BIJTEL, H. C. HUIZING, H. J. KÖSTER, P. WEERSMA, Audiometrie, Verslag over de 72ste vergadering van de Nederlandse Keel-, Neus- en Oorheelkundige Vereniging. 1941.
3. SCOTT N. REGER, Audiometry. Medical Physics. Chicago 1944.
4. E. P. FOWLER, Medicine of the ear. New York 1947.
5. — Arch. Otolar. 36: 874 (1942).
6. H. J. L. STRUYCKEN, N. T. v. G. 80: III: 4238—4240.
7. E. P. FOWLER, Laryngoscope 57 : 103—113 (1947).
8. W. E. GROVER, Trans. Amer. Acad. Ophthal. Otolar. 1949.
9. REPORT of Committee on tuning forks and tests of hearing, Trans. Amer. Acad. Ophthal. Otolar. 36 : 415.
10. REPORT of Committee appointed by Section of Otology of the Royal Society of medicine for consideration of hearing tests. London 1932.
11. J. LEMPert, Laryngoscope 60 : 4 : 344. (1950).
12. G. E. SHAMBAUGH, Acta Otolar. Suppl. LXXIX. 1950.
13. ST. R. GUILD, Arch. Otolar. 49 : 4 : 431—438. 1949.
14. H. P. HOUSE, Arch. Otolar. 45 : 312—318. 1947.
15. J. H. MAXWELL, Arch. Otolar. 46 : 584—600. 1947.
16. R. E. C. BROWN, J. Laryng. and Otol. 62 : 487—524. 1947.
17. B. WARSHAW, J. Laryng. and Otol. 62 : 721—734. 1947.
18. Hearing aids and audiometers. Medical Research Council. Special Report No. 261, London 1947.
19. H. G. MYGIND, Acta Otolar. 33 : 1—19. 1941.
20. M. F. JONES, Annals of Otol., Rhinol. and Laryngol. 57 : 311—321. 1948.
21. A. TUMARKIN, Acta Otolar. 35 : 446—452. 1947.
22. SCOTT N. REGER, Laryngoscope 60 : 161—198. 1950.
23. R. S. WOODWORTH, Experimental Psychology. New York 1938.
24. J. P. GUILDFORD, Psychometric methods, New York 1930.
25. S. S. STEVENS & H. DAVIS, Hearing, its psychology and physiology. New York 1938.
26. L. L. THURSTONE, Psychophysical methods, Chapter V, New York 1938.
27. L. POSTMAN & J. P. Egan, Experimental Psychology, New York 1949.
28. L. MYERS & J. D. Harris, U.S. Nav. Med. Research Lab., New London 1948.
29. I. POLLACK, J. Am. Soc. Am. 20 : 146—149. 1948.

30. W. HUGHSON & H. D. WESTLAKE, *Trans. Amer. Acad. Ophthal. and Otolar.* 1944.
31. W. J. BROGDEN & G. A. MILLER, *Journ. Acoust. Soc. Amer.* 19 : 620—623. 1947.
32. L. J. SIVIAN & S. D. WHITE, *Journ. Acoust. Soc. Amer.* 4 : 288—321. 1932.
33. T. E. WALSH & S. R. SILVERMAN, *Laryngoscope* 56 : 536—555. 1946.
34. H. WESTLAKE, *J. Sp. Disorders* 8 : 285—288. 1949.
35. W. Hughson & E. Thompson, *Arch. Otolar.* 36 : 526—540. 1942.
36. E. P. FOWLER, *Arch. Otolar.* 36 : 874—890. 1942.
37. — *Arch. Otolar.* 45 : 550—561. 1947.
38. J. D. HARRIS, *Arch. Otolar.* 50 : 388—405. 1949.
39. R. R. WOODS, *J. Laryngol. and Otol.* 62 : 22—32. 1947.
40. H. ZWAARDEMAKER & F. H. QUIX, *Onderzoekingen van het physiol. lab. der Utrechtse Hoogeschool V : I : I—12.* 1904.
41. H. ZWAARDEMAKER, *Spraakgehoor en toongehoar. N.T.v.G.* 1903 deel II.
42. J. D. HARRIS, *Arch. Otolar.* 44 : 452—467.
43. H. DAVIS, C. T. MORGAN, J. E. HAWKINS, R. CALAMBOS and F. W. SMITH, *Laryngoscope* 56 : 19—21. 1946.
44. G. E. SHAMBAUGH Sr., *Zie in 45.*
45. D. MACFARLAN, *Laryngoscope* 55 : 71—115. 1945.
46. D. E. S. WISHART, *Vermeld in 45.*
47. P. M. T. KERRIDGE, *Report on progress on physics of the Phys. Soc. London* 1939.
48. E. LÜSCHER & J. ZWISLOCKI, *Acta Otolar. Suppl. LXXVI* : 26—35. 1949.
49. H. C. HUIZING, *Acta Oto-Rhino-Lar. Belg.* 3 : 367—375. 1948.
50. D. MACFARLAN, *Laryngoscope* 56 : 71—113. 1946.
51. H. C. HUIZING, *Het sociaal en medisch aspect van het hoorprothese-vraagstuk. Groningen* 1946.
52. R. CARHART, *in 64.*
53. F. TRENDLENBURG, *Handbuch der Physik. Bd. VIII Akustik. Berlin* 1927.
54. H. ZWAARDEMAKER & L. P. H. EYKMAN, *Leerboek der phonetiek.*
55. D. JONES, *An outline of English phonetics. Cambridge* 1949.
56. C. E. BENJAMINS, *N.T.v.G.* 73 : 4359—4369 (II : 38).
57. H. DAVIS en medewerkers, *Hearing aids. Harvard University Press.* 1947.
58. H. FLETCHER, *Speech and Hearing. New York* 1929.
59. J. C. DE BRUINE-ALTES, *Proefschrift, Groningen* 1946.
60. A. HIDDEMA, *Proefschrift, Groningen* 1928.
61. H. C. HUIZING, *Acta Otolar.* 30 : 487—499. 1942.
62. E. P. FOWLER, *Arch. Otolar.* 24 : 731—738. 1931.
63. N. R. FRENCH & J. C. STEINBERG, *Journ. Acoust. Soc. Amer.* 19 : 90—119. 1947.
64. H. DAVIS en medewerkers, *Hearing and Deafness, New York* 1947.
65. L. E. MORISSET, *Arch. Otolar.* 51 : 1—24. 1950.

66. D. MACFARLAN, *Annals Otol., Rhinol. and Laryng.* 57 : 444—452. 1948.
67. W. S. BRYANT, *Arch. Otolar.* 33 : 428—443. 1903.
68. J. P. EGAN, *Laryngoscope* 58 : 955—991. 1948.
69. C. V. HUDGINS & H. DAVIS, *Laryngoscope* 56 : 3 : 85—115. 1946.
— 56 : 4 : 35—131. 1946.
70. L. KAISER, *De Spraak. Nederl. Leerb. der physiologie deel VII.*
71. H. C. HUIZING & A. MOOLENAAR-BIJL, *N.T.v.G.* 88 - 435—437.
72. F. G. KATZ & VON SALIS, *Zschr. H. N. O.* 26 : 106—125. 1930.
73. H. FREY, *Handbuch der Neurologie des Ohres* 883—938. 1924.
74. C. STUMPF, *Die Sprachlaute.* 1926.
75. G. GRADENIGO, *Arch. Italiano di Otologia* 5 : 23, zie ook 60.
76. H. C. HUIZING, *N.T.v.G.* 86 : 2580—2584.
77. V. O. KNUDSEN & N. A. WATSON, *Journ. Acoust. Soc. Amer.* 11 :
406—149. 1939.
78. S. R. SILVERMAN, *Arch. Otolar.* 51 : 798—812. 1950.
79. H. DAVIS, *Laryngoscope* 58 : 761—778. 1948.
80. M. R. BREAKY & H. DAVIS, *Laryngoscope* 59 : 236—251. 1949.
81. W. R. THURLOW, H. DAVIS, S. R. SILVERMAN and T. E. WALSH,
Laryngoscope 59 : 113—129. 1949.
82. F. G. KATZ, *Zschr. H.N.O. Heilk.* 25 : 193—199. 1929.
83. R. SCOTT-STEVENSON, *Recent advances in otolaryngology*, London 1949
84. B. C. TROWBRIDGE, *Arch. Otolar.* 45 : 319—332.
85. G. A. FALCONER & H. DAVIS, *Laryngoscope* 57 : 57—89—96. 1947.
86. W. R. THURLOW, S. R. SILVERMAN, H. DAVIS and T. E. WALSH,
Laryngoscope 58 : 43—66. 1948.
87. C. W. SHILLING & J. A. EVERLEY, *U. S. Nav. Bull.* 44 : 100—116.
88. E. P. FOWLER, *Laryngoscope* 60 : 680—695. 1950.
89. A. F. OLSON, *Journ. Acoust. Soc. Amer.* 19 : 549—555. 1947.
90. M. S. ERSNER & M. SALTZMAN, *Arch. Otolar.* 46 : 753—761. 1947.
91. J. R. LINDSAY, *Laryngoscope* 57 : 367—386. 1947.
92. W. C. BEASLY & H. ROSENWASSER, *Laryngoscope* 60 : 658—680. 1950
93. S. R. SILVERMAN, W. R. THURSTON, T. E. WALSH & H. DAVIS, *Laryngoscope* 58 : 607—631. 1948.
94. E. D. D. DICKSON & D. L. CHADWICK, *J. Laryng. Otol.* 64 : 464—481.
1950.
95. R. CARHART, *Trans. Amer. Acad. Ophthal. Otolar.* 1950.
96. H. DAVIS & T. E. WALSH, *Laryngoscope* 60 : 273—295. 1950.
97. P. FALCONNET, *Ann. d'Otolar.* 67 : 291—307. 1951.
98. J. VISING, *Om Språkskønhet.* Göteborg 1897.
99. P. CHAVASSE, *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences.*
Tome 216 : 314—316.
100. P. CHAVASSE, *Annales des Télécommunications.* Tome 9.
101. H. C. HUIZING, *N.T.v.G.* 85 : 1755—1761.
102. P. DENES & R. F. NAUNTON, *J. Laryng. Otol.* 63 : 251—275. 1949.
103. — J. *Laryng. Otol.* 64 : 375—398. 1950.
104. EVA THOMPSON, *Trans. Amer. Acad. Ophthal. Otolar.* 362—370 (1947).
105. J. M. TATO, *Lecciones de Audiometria.* Buenos Aires 1949.

106. G. DEWEY, in no. 68.
107. H. R. MYCKLEHURST, J. Speech and Hearing disor. 14 : 98—103.
108. CHR. ROJSKJAER, Monaural Speech audiometry. Copenhagen 1949.
109. A. J. H. VAN EUNEN, H. C. HUIZING, E. HUIZINGA, Acta Otolar. 31 : 265—337. 1943.
110. E. G. WEVER, M. LAWRENCE en K. R. SMITH, Arch. Otolar. 48 : 19—35. 1948.
111. H. J. KÖSTER. Verslag wetenschappelijke vergadering van de Nederlandse keel-, neus-, oor-vereniging. Juni 1947, pag. 11.

APPENDIX.

Groninger P.B.lijst No. 1.

bod	are	appel	kin
boeken	smidse	dozen	ziek
jacht	niet	namen	beroet
non	vals	in	knie
zonnig	tante	geluk	gras
grote	schetsen	trein	nors
garen	fles	as	duik
nut	verzit	nijdig	verdriet
heden	wedde	vete	huur
tennis	vijf	peer	neef
lange	mak	gaas	datum
oren	zeef	hond	heide
ver	dalen	iemand	ster
dame	hoge	wodan	wijn
lip	pittig	belet	weven
ginds	arme	wenken	later
dorre	alle	otter	
elke	maal	oude	

Groninger P.B.lijst No. 2.

ruk	bericht	ener	dief
sikkel	gene	lemmet	waas
hobo	bui	annie	geloof
gepaft	vaars	dagen	aleer
wig	olmen	zouten	tillen
schijven	rag	lont	bom
lange	bitter	rede	gezing
run	weg	akker	daar
japon	dijken	vinnen	schreide
uit	zeep	testen	halte
horen	agent	web	doken
kaak	sollen	mist	vette
wind	hand	heinde	holde
laffe	verwaand	der	kies
mijt	aarde	zoele	hoor
nu	mes	deen	straat
das	tijden	graven	tommie
zieden	voet	stem	zeeën

Groninger P.B.lijt No. 3.

velen	bomen	kuit	bevel
namen	gepeins	tijger	schoen
leer	haven	el	dazen
donder	joelen	oog	naden
holle	mis	wek	dikke
snikken	forens	fut	eter
lach	bezien	wit	tas
tel	porren	aas	ham
verlies	woord	zijde	zang
terug	gong	hom	wijlen
getij	verven	fiat	sik
tanden	tenue	poot	diep
kerker	vrede	tam	geen
zaag	heide	gebod	heren
wachten	gelid	bieder	radar
minder	foedraal	zaad	les
stoute	weten	schatter	oor
kennis	kanon	lam	

Groninger P.B.lijt No. 4.

allen	ijs	loven	hoed
zingen	edel	oud	ozon
lezer	stad	rebel	anna
los	dus	oor	tin
nader	aas	echter	vinnig
negen	kit	wieg	meisje
nis	bikkel	winnen	ma
ooft	don	hand	heil
bedrag	raam	kaf	kam
geroep	honk	wijze	vilt
citer	bes	haan	nek
daad	sterfte	vuige	natte
degen	muze	metten	tarwe
heiden	dood	wenen	gokken
eerlijk	mollig	vang	kiem
defect	dieren	neger	pak
diepte	recept	waar	ster
door	loven	wonde	

Groninger P.B.lijst No. 5.

lis	bron	schotel	palmen
david	hier	vies	uur
vat	tijd	nattig	passen
beroet	deerne	fok	zijde
dorre	kies	hoon	immer
gaap	gedicht	gewei	nare
fee	hakker	heien	ons
wet	mees	dol	gewoon
nikker	behuisd	wang	ton
herder	gemis	laag	deze
kaak	diets	nemen	noorden
nette	felle	vore	met
vel	bed	aar	weten
zetten	kier	touw	
vijf	gezant	noen	
noten	naden	long	
mazen	schilde	kas	
alle	milt	dapper	

Groninger P.B.lijst No. 6.

bezem	es	geleider	adder
linge	bunzing	wennen	hees
woest	pad	nietig	navel
breipot	ome	maak	fin
huig	zeven	rest	anno
ezel	nest	natte	kiemde
tom	toeven	hokken	feest
linnen	gelach	neder	lak
dopte	reinet	ham	gulle
ijvert	want	wonde	ander
koude	neer	harig	fijne
gids	ina	eik	radio
koor	roos	kaas	midden
west	lieve	leuze	taal
ganzen	fret	verbond	schade
witte	gedacht	rantsoen	koraal
jicht	domme	huis	
vuurde	prent	bende	

Groninger P.B.lijst No. 7.

matte	dozen	leem	een
rijk	peper	dan	vang
witte	fakkel	tijden	grijs
dit	duiven	waas	git
heden	kers	assen	lach
oven	meer	sluike	het
vaan	tin	benard	bolle
eter	jood	pil	poes
voor	dikke	schoffel	dof
haat	water	erwt	moeten
dieven	houten	ribbe	offer
den	zaan	bende	raadsel
tanden	kier	ziener	zaak
oost	heg	eggen	malle
gezin	wie	tol	kromme
nog	nul	heide	smachten
bang	eigen	vaars	
geste	dienen	moor	

Groninger P.B.lijst No. 8.

wakker	koord	keizer	noor
gemeen	toon	taart	tres
regel	woeste	natte	vinnen
pauze	nies	zotte	hen
begrip	tule	niezen	min
mate	samen	tin	hond
heden	dat	lach	ar
durf	orde	schoof	non
kop	bederf	vader	snit
terra	balsem	rel	som
dienen	beheer	karren	wiggen
kade	huis	hebben	wijven
adem	toom	gene	gezet
schelle	dieet	kille	van
gave	angel	jappen	zode
onding	schaal	lak	weide
roet	schijf	stijven	kleed
tijd	dar	weg	

Groninger P.B.lijst No. 9.

bijten	draf	mus	reis
vorm	nicht	bonnen	pitten
van	geven	ronde	raap
ook	wikken	matten	moor
keet	doen	zemen	touw
door	zieke	lijmen	ton
belang	zon	vod	ketter
heide	kachel	delen	weer
lage	stoeten	wangen	hap
melk	spaan	zijn	feest
etter	boter	wassen	felle
juist	hoge	acht	dis
mennen	ras	wade	fiets
bakker	rotte	dag	het
gewoon	villen	zaagde	gaas
neder	nieren	egge	gieter
stille	ziel	haat	distel
haan	duren	rijgen	aal

Groninger P.B.lijst No. 10.

dek	ijlen	mast	vies
takken	bellen	meer	degen
dit	lange	hagen	hinde
zak	geluk	vete	os
hoef	goede	lef	honden
jaar	edele	zacht	door
niet	ruiten	gewei	en
voor	sibbe	dassen	tinnen
naam	pijl	taande	dar
onder	baar	zeilen	rits
hen	wier	wieken	nier
gif	pot	oker	nette
over	weder	sopte	texel
nodig	raven	mannen	mees
hal	gebak	trom	fit
ging	al	muur	rat
goud	waas	vazen	sik
zoet	dom	pennen	posten

Zinnenlijst No. 1.

1. Graaft men kuilen met een hark of met een schop?
 2. Welke kleur heeft een citroen?
 3. Welke dag volgt op Zaterdag?
-
1. Leeft de leeuw in het water of op het land?
 2. Wat is de eerste maand van het jaar?
 3. Hoeveel centimeters gaan er op een meter?
-
1. Krijgt men biefstuk van een kip?
 2. Wat voor kleur heeft zout?
 3. Wat is het tegenovergestelde van koud?
-
1. Kan men aardappelen bakken?
 2. Wat groeit er bij de meeste mensen boven op het hoofd?
 3. Rijden treinen op het land of op het water?
-
1. Hoeveel hoorns heeft een koe?
 2. Wat komt er uit de keukenkraan?
 3. Is de maand Juli in de winter?
-
1. Wat is de kleur van een ping-pongbal?
 2. Heeft een paard een staart?
 3. Hoeveel benen heeft de mens?
-
1. Is een voetbal gevuld met lood of met lucht?
 2. Wat is de eerste letter van „niemand”?
 3. Hoeveel seconden gaan er in een minuut?
-
1. Waarmee likt de kat zich?
 2. Met welk lichaamsdeel schrijft U?
 3. Eet een koe hooi of vlees?
-
1. Heeft een paard nagels of hoeven?
 2. Heeft een walnoot een dop of een schil?
 3. Welk cijfer komt er voor drie?
-
1. Wat is natter, water of zand?
 2. Welke dag volgt er op Zondag?
 3. Is een neger zwart of wit?

Zinnenlijst No. 2.

1. Welke letter komt er tussen de A en C?
2. Hebben vliegen vleugels?
3. Hoeveel kleuren heeft de Nederlandse vlag?

1. Welk cijfer volgt er op tien?
2. Met welk gereedschap slaat men spijkers in?
3. Welk cijfer ligt er tussen zes en acht?

1. Zijn motten schadelijk voor de kleren?
2. Welke maand volgt op Januari?
3. Hoeveel centen gaan er op een kwartje?

1. Treft men veel water aan in de woestijn?
2. Wat is het tegenovergestelde van sterk?
3. Welk cijfer komt er voor zeven?

1. Schiet men met een geweer met bloemen of met kogels?
2. Wat is het tegenovergestelde van oud?
3. In welk land ligt Parijs?

1. Kan men bergen beklimmen met een zeilboot?
2. Welke letter volgt op de W?
3. Is Amsterdam een stad of een dorp?

1. Welke dag volgt er op Woensdag?
2. Wat is het tegenovergestelde van donker?
3. In welk land ligt Brussel?

1. Wat is donker, de dag of de nacht?
2. Schrijft men met een pen of een stoel?
3. Welke letter is de laatste van het alfabet?

1. Is suiker zoet of bitter?
2. Wat is de kleur van gras?
3. Kan een vis in de bomen zwemmen?

Spondaelijst No. 1.

laagveen	polstok	omkeer
keelpijn	lintworm	huisheer
dierbaar	koetsier	neuspunt
kladschrift	borstbeen	rooilijn
weeskind	ploegbaas	drukpers
zoonlief	boorgat	houtvuur
smeerpoes	sluisdeur	roeiboot
kerkkoor	zoutzak	scheurbuik
bisdom	molshoop	kunstoer
ribstuk	glijbaan	zandgrond
fietspomp	oorschelp	zinkput
huishuur	buurvrouw	koolzaad
doortocht	wrijfwas	beunhaas
nooddeur	speeltuin	bonloos

Spondaelijst No. 2.

houtduif	boomschors	bloemkool
booswicht	voordeur	bierschuim
kaarsvet	laadbak	haarvet
standbeeld	kleurling	muilpeer
brandweer	siertuin	lijnrecht
leeslamp	voetstuk	hoorspel
wolkbreuk	uitzaai	keerkring
schipbreuk	zuurkool	kaasstolp
smulpaap	vrijbrief	viskom
koorknaap	stukgoed	spoortrein
steenkool	broodbon	leerziek
borstbeeld	hooischuur	palmriet
deelstreep	windbuks	zeurkous
bloedhond	oorpijn	geelzucht

Spondaelĳst No. 3.

boodſchap	beerput	menſheid
huiſmus	veerpont	landbouw
bladluis	ſchietschĳf	koekmes
bedſtee	deukhoed	ſtraatdeun
aanwint	raadhuĳ	gierpont
bomſcherf	rechtspraak	vlugzout
buurman	deurknop	boegſpriet
bloedworſt	bouwwerk	kluiſdeur
doorbraak	boekweit	rijwiel
goudſmid	hoorbaar	inktvlek
huurling	voorkeur	kikvors
liespijn	rouwfloers	wenkbrauw
puinhoop	buldog	vlakgom
teerton	rietvink	lamplicht

Spondaelĳst No. 4.

vloeiblad	rundvee	ſcheenbeen
potlood	oorbel	zoetzuur
houtwol	roodvonk	meetlat
rukwind	roofdier	ſpekzwoerd
zoutzuur	ſtofbril	aambeeld
oordeel	ſtaatsgreep	dĳkgraaf
noordkaap	vĳftien	ruſthuiſ
liesbreuk	veelvraat	huiſdier
ĳsbeer	veldheer	voorruit
doopvont	vaartuig	doelloos
huurhuĳ	voetrem	ruſtkuur
deukhoed	buſkruit	nĳewbouw
richtſnoer	wasbeer	kielzog
boſmeer	droogrek	hakmes